



Empresa de Pesquisa Energética

ESTUDOS PARA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

Análise Técnico-Econômica de Alternativas: Relatório R1

*Reforço do Sistema da Região Central da
Cidade de São Paulo - Parte 1*

FEVEREIRO DE 2024

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)



GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministério de Minas e Energia
Ministro

Alexandre Silveira de Oliveira

Secretário-Executivo do MME

Arthur Cerqueira Valerio

Secretário de Planejamento e Transição Energética

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Secretário de Energia Elétrica

Gentil Nogueira de Sa Junior

Secretário de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis

Pietro Adamo Sampaio Mendes

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Vitor Eduardo de Almeida Saback

ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS: RELATÓRIO R1

REFORÇO DO SISTEMA DA REGIÃO CENTRAL DA CIDADE DE SÃO PAULO - PARTE 1



Empresa de Pesquisa Energética

Empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.

Presidente

Thiago Guilherme Ferreira Prado

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Thiago Ivanoski Teixeira

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Reinaldo da Cruz Garcia

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Heloisa Borges Bastos Esteves

Diretor de Gestão Corporativa

Angela Livino

URL: <http://www.epe.gov.br>

Sede

SCN, Qd. 01, Bl. C, nº 85, Sl. 1712/1714

70711-902 - Brasília – DF

Escritório Central

Praça Pio X, 54

20091-040 - Rio de Janeiro – RJ

Coordenação Geral

Reinaldo da Cruz Garcia

Coordenação Executiva

Elisângela Medeiros de Almeida

Thiago de Faria Rocha Dourado Martins

Equipe Técnica

Estudos Elétricos

Daniel José Tavares de Souza (coordenação)

Fabiano Schmidt

Fábio de Almeida Rocha

Análise Socioambiental

André Viola Barreto

Paula Cunha Coutinho de Andrade (coordenação)

Thiago Galvão

Nº EPE-DEE-RE-006/2024ev0

Data: 02/02/2024

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)



Contrato

Data de assinatura

Projeto

ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

Área de estudo

Estudos do Sistema de Transmissão

Sub-área de estudo

Análise Técnico-econômica

Produto (Nota Técnica ou Relatório)

EPE-DEE-RE-006/2024ev0

Reforço do Sistema da Região Central da Cidade de São Paulo - Parte 1

Revisões

Data

Descrição sucinta

rev0

02/02/2024

Emissão Original

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)

APRESENTAÇÃO

Este relatório apresenta o estudo de alternativas para a expansão do sistema de transmissão da região central da cidade de São Paulo, assim como parte da região metropolitana do estado de São Paulo, a fim de viabilizar o atendimento ao crescimento vegetativo da demanda de energia elétrica desse sistema, assim como a entrada de novos consumidores do ramo de *Data Centers*, cujo montante de carga em potencial atinge valor da ordem de 1,5 GW.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	7
SUMÁRIO.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	10
ÍNDICE DE TABELAS.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Considerações Iniciais.....	12
1.2 Objetivo.....	14
1.3 Abordagem Adotada.....	14
2 CONCLUSÕES.....	15
3 RECOMENDAÇÕES.....	16
4 DADOS, PREMISSAS E CRITÉRIOS.....	17
4.1 Critérios Básicos.....	17
4.2 Casos de Trabalho.....	17
4.3 Mercado.....	17
4.4 Plano de Geração.....	21
4.5 Cenários.....	21
4.6 Limites Operativos.....	22
4.7 Parâmetros Econômicos.....	23
5 DIAGNÓSTICO.....	24
5.1 Sistema Elétrico de Interesse.....	24
5.2 Desempenho Elétrico da Rede.....	24
6 ALTERNATIVAS.....	30
6.1 Obra Comum.....	30
6.2 Alternativa 1.....	30
6.3 Alternativa 2.....	31
6.4 Alternativa 3.....	32
7 ANÁLISE ECONÔMICA.....	33
7.1 Comparação Econômica.....	33
7.2 Discussão dos Resultados.....	33
8 ANÁLISE DE DESEMPENHO EM REGIME PERMANENTE.....	35
8.1 Condições normais.....	35
8.2 Condição de Emergência.....	36
9 CURTO-CIRCUITO.....	40
10 AVALIAÇÃO TÉCNICA DE LINHAS DE TRANSMISSÃO SUBTERRÂNEAS.....	42

10.1	Dados e Premissas	42
10.2	CrITÉrios Para Definição das Capacidades de Corrente.....	43
10.3	Simulações e Dimensionamento.....	44
10.4	Características Técnicas da Solução de Referência.....	45
11	RECOMENDAÇÕES PARA RELATÓRIOS R2	48
11.1	Linhas de Transmissão.....	48
12	ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL	49
13	REFERÊNCIAS	50
14	EQUIPE TÉCNICA	52
15	ANEXOS.....	53
15.1	Plano de Obras e Estimativa de Investimentos	53
15.2	Formulários de Consultas sobre a Viabilidade de Expansões da Subestação	54
15.3	Fichas PET	58
15.4	NOTA TÉCNICA EPE/DEA/SMA 005/2023	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 – Rede Básica de atendimento à região central da cidade de São Paulo.....	12
Figura 3-1 – Diagrama da alternativa recomendada na região Metropolitana de São Paulo.....	16
Figura 4-1 – Área Enel SP.....	17
Figura 6-1 – Diagrama da Alternativa 2	31
Figura 6-2 – Diagrama da Alternativa 3	32
Figura 10-1 – Estimativa da temperatura máxima do solo em função da profundidade	42
Figura 10-2 – Temperatura dos condutores da LTS 345 kV Miguel Reale – Centro CTR, C1 e C2, degrau de corrente por um período de 96 horas – 1255/740 A (fc 0,85 p.u.).....	45
Figura 10-3 – Temperatura dos condutores da LTS 345 kV Miguel Reale – Centro CTR, C1 e C2, degrau de corrente por um período de 4 horas – 1605/740 A (fc 0,85 p.u.).....	45
Figura 10-4 – Representação esquemática da instalação dos cabos da LTS 345 kV, C1 e C2	46
Figura 10-5 – Dados construtivos do cabo de alumínio 1600 mm ² de 345 kV	46

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1-1 – Novos clientes do tipo Data Center com conexão à Rede Básica	13
Tabela 1-2 – Evolução anual da carga dos novos clientes com conexão à Rede Básica.....	13
Tabela 3-1 – Programa de obras em subestações de rede básica e fronteira.....	16
Tabela 3-2 – Programa de obras de linhas de transmissão	16
Tabela 4-1 – Carga atualizada na região Central anos 2027 a 2032.....	20
Tabela 4-2 – Carga atualizada na região Central anos 2033 a 2038.....	21
Tabela 4-3 – Limites operativos de tensão	22
Tabela 5-1 – Diagnóstico do sistema– Condição normal – Fluxo.....	24
Tabela 7-1 – Comparação dos Custos de Investimento das alternativas.....	33
Tabela 7-2 – Custo Diferencial de Perdas das alternativas	33
Tabela 7-3 – Comparação Econômica das alternativas	33
Tabela 8-1 – Desempenho do sistema com Alternativa 1 – Condição normal – Fluxo	35
Tabela 8-2 – Desempenho do sistema com Alternativa 1 – Condição de emergência – Fluxo.....	37
Tabela 9-1 – Níveis de Curto-Circuito Máximo antes das obras	40
Tabela 9-2 – Níveis de Curto-Circuito Máximo após as obras	40
Tabela 10-1 Dados do ambiente	42
Tabela 10-2 – Dados do sistema – Fluxos máximos observados para diferentes condições de operação	43
Tabela 10-3 – Temperatura do condutor para diferentes cabos e condições de operação.....	44
Tabela 10-4 – Características elétricas básicas da LTS 345 kV Miguel Reale – Centro CTR, C1 e C2 .	46
Tabela 15-1 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 1.....	53
Tabela 15-2 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 2.....	53
Tabela 15-3 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 3.....	53

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

Atualmente, o atendimento na região central da capital Paulista é realizado por uma subestação de Rede Básica de Fronteira alimentada em 345 kV (SE 345/88-20 kV Miguel Reale) e duas subestações alimentadas por um sistema radial de 230 kV (SE 230/88 kV Pirituba e SE 230/88-20 kV Centro CTR).

O crescimento vegetativo do consumo de energia, aliado com uma crescente procura de empresas de hospedagem de Data-Centers na região de Santana do Parnaíba provocam sobrecargas no sistema de 230 kV que alimenta a capital.

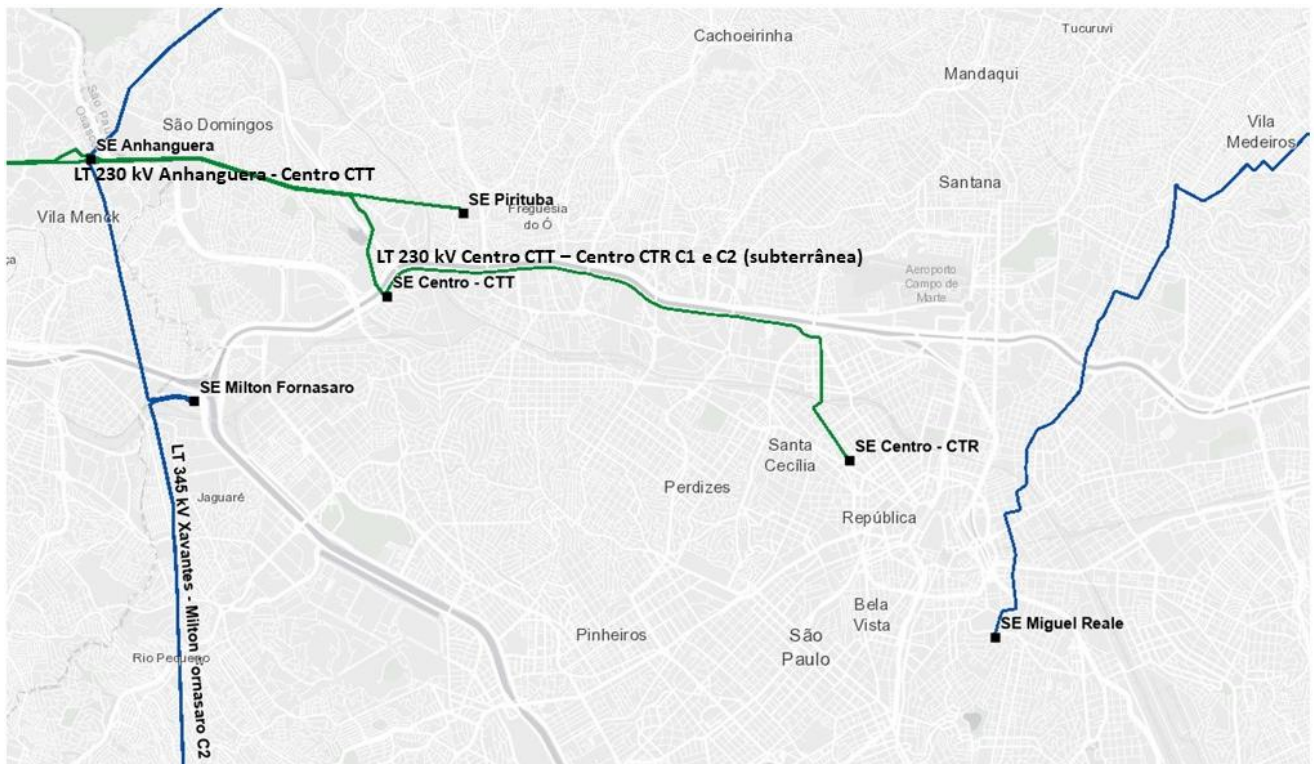


Figura 1-1 – Rede Básica de atendimento à região central da cidade de São Paulo

Ao longo dos últimos anos foram realizados diversos estudos de expansão da transmissão com recomendações que visaram eliminar no médio/longo prazo os problemas relativos ao não atendimento aos critérios de Planejamento da Rede Básica e Rede Básica de Fronteira que atendem a Cidade de São Paulo. Tais recomendações estão representadas nos casos base do Plano Decenal 2032 e afetam os resultados obtidos nas avaliações desse diagnóstico de desempenho elétrico.

Dentre as recomendações dos estudos da EPE para a região metropolitana de São Paulo, destaca-se o Estudo de Atendimento à Região Metropolitana de São Paulo – Sub-regiões Norte, Leste e Sul [1] que recomendou a implantação das subestações 345/88 kV São Miguel e São Caetano do Sul, aumentando a confiabilidade do sistema em 345 kV da região.

O crescimento de consultas sobre a conexão e atendimento de novos clientes tornou necessário uma atualização do mercado, dessa forma, a Tabela 1-1 mostra o montante de carga e a provável localização da conexão de alguns acessantes classificados como consumidores livres, com pedido de conexão cadastrado no MME.

Tabela 1-1 – Novos clientes do tipo Data Center com conexão à Rede Básica

Empreendimento	Ponto de Conexão	Carga Total (MW)
Empreendimento 1	LT 230kV Edgar de Souza-Cliente6	100
Empreendimento 2	LT 440 kV Seccionamento Bom Jardim -Fernão Dias	100
Empreendimento 3	SE Sumaré 440 kV	100
Empreendimento 4	SE Campinas 345 kV	100
Empreendimento 5	SE Milton Fornasaro 345 kV	100
Empreendimento 6	SE Edgar de Souza 230kV	198
Empreendimento 7	LT 230 kV Edgar de Souza-Anhanguera	500
Empreendimento 8	LT 440 kV Seccionamento da LT Água Azul - Bom Jardim	294
Total		1492

Durante as análises de conexão destes novos empreendimentos verificou-se que este aumento na demanda causa violações nos critérios de operação do sistema, indicando a necessidade de reforços para viabilizar o atendimento à demanda da ENEL-SP, assim como de novos consumidores livres. A Tabela 1-2 expõe a evolução ao longo do tempo da carga de cada empreendimento.

Tabela 1-2 – Evolução anual da carga dos novos clientes com conexão à Rede Básica

	Evolução anual da Carga (MW)										
	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Empreendimento 1	30	45	60	80	100	100	100	100	100	100	100
Empreendimento 2	30	45	60	80	100	100	100	100	100	100	100
Empreendimento 3	15	30	45	60	80	100	100	100	100	100	100
Empreendimento 4	15	30	45	60	80	100	100	100	100	100	100
Empreendimento 5	15	30	45	60	80	100	100	100	100	100	100
Empreendimento 6	72	112	138	168	198	198	198	198	198	198	198
Empreendimento 7	79	123	167	211	255	299	343	387	431	475	500
Empreendimento 8	0	0	146	206	265	294	294	294	294	294	294
Total	256	415	706	925	1158	1291	1335	1379	1423	1467	1492

As análises dos estudos de conexão para o atendimento de novos clientes no sistema que abrange a Região Metropolitana de São Paulo e seu entorno apontaram as seguintes restrições:

- Carregamentos elevados em condição normal na LT 230 kV Cabreúva – Edgar de Souza (2028);
- Sobrecarga em condição normal na LT 230 kV Cabreúva – Edgar de Souza (a partir de 2029);
- Carregamentos elevados em condição normal na LT 230 kV Edgar de Souza – Anhanguera (2028);

- Sobrecarga em condição normal na LT 230 kV Edgar de Souza – Anhanguera (a partir de 2033);
- Carregamentos elevados em condição normal na transformação 440/230 kV da SE Cabreúva (2028);
- Sobrecarga em contingência de um dos transformadores 440/230 kV da SE Cabreúva (2028).

Em virtude das restrições encontradas nas análises de conexão dos consumidores livres, o presente estudo foi dividido em duas partes para que as soluções de mais curto prazo sejam propostas de imediato na Parte 1, o que contribui para eliminar alguns gargalos para o atendimento à demanda dos novos clientes.

A parte dois, a ser realizada posteriormente, recomendará soluções estruturais que além de eliminar as demais restrições, irão propiciar o aumento da confiabilidade sistêmica da região.

1.2 Objetivo

O objetivo do estudo é definir o conjunto de obras de transmissão mais adequado, sob a ótica técnico-econômica, que permita atender às cargas da região de interesse de acordo com os critérios vigentes de operação e planejamento, bem como os requisitos mínimos para novas instalações.

1.3 Abordagem Adotada

As análises foram realizadas de acordo com as etapas a seguir:

- Obter dados atualizados das cargas e geração, bem como um potencial adicional com base nas solicitações de novas conexões na região do estudo;
- Realizar o diagnóstico do sistema;
- Definição e análise de alternativas;
- Realização de consultas de disponibilidade física de expansão em subestações existentes;
- Definição da alternativa vencedora, em conformidade com o critério de mínimo custo global;
- Análise socioambiental preliminar da alternativa vencedora; e
- Análise de curto-circuito da alternativa vencedora.

2 CONCLUSÕES

A análise inicial desse estudo verificou que o atendimento na região metropolitana de São Paulo pode apresentar carregamentos elevados nas linhas de transmissão de 230 kV entre Cabreúva–Edgard de Souza e Anhanguera–Edgard de Souza e nas transformações de 550/440 kV na SE Fernão Dias, 440/345 kV na SE Santo Ângelo, 440/345 kV na SE Embu Guaçu e 440/230 kV na SE Cabreúva.

As soluções para as violações de carregamento nos transformadores de Rede Básica serão abordadas na “Parte 2” do estudo, onde será avaliada também a confiabilidade das subestações Pirituba e Centro CTR, devido à configuração radial de conexão das subestações.

Como ocorreu empate técnico entre duas alternativas na análise de mínimo custo global, considerando que a alternativa de menor custo global seria composta por um seccionamento de um circuito de uma linha de transmissão subterrânea ainda em fase de projeto, recomendou-se a alternativa segunda colocada, objetivando mitigar riscos quanto à implantação. A tecnologia de seccionamento de circuitos subterrâneos será mais profundamente avaliada na “Parte 2” do estudo, onde será proposta uma segunda fonte de alimentação para a SE Centro CTR.

Para atender de maneira emergencial o crescimento de consumidores na região, este relatório recomenda a instalação de um Transformador Defasador Trifásico 230/230 kV, +- 30°, 500 MVA, com unidade reserva, em série com o TR 345/230 kV existente na SE Anhanguera, a partir de 2027. A solução estrutural ficará completa com a construção da LT 345 kV Centro CTR – Miguel Reale, subterrânea em circuito duplo e 5,1 km de extensão, com data de necessidade de 2028.

A data de necessidade da instalação dos transformadores defasadores para o ano 2027 se faz necessária para viabilizar, de maneira mais breve possível, margem para conexão de novos consumidores no sistema de 230 kV da região.

O programa de obras indicado exigirá investimentos totais, até o final do horizonte do estudo, da ordem de R\$ 308 milhões.

3 RECOMENDAÇÕES

Para a solução do atendimento à região Metropolitana de São Paulo (parte central), recomenda-se a implantação da Alternativa 1, com o cronograma de obras de acordo com a Figura 3-1, Tabela 3-1 e Tabela 3-2.

Tabela 3-1 – Programa de obras em subestações de rede básica e fronteira

Ano	Subestação	Tensão (kV)	Descrição
2027	Anhanguera	230/230	1º Transformador Defasador Trifásico 230/230 kV, +- 30º, 500 MVA e Transformador Defasador Trifásico Reserva, com controle automático e remoto de fluxo, em série com o TR 345/230 kV existente.

Tabela 3-2 – Programa de obras de linhas de transmissão

Ano	Linha	Configuração de referência	Extensão
2028	LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR	Circuito Duplo, alumínio 1600 mm2 (Subterrâneo)	5,1 km

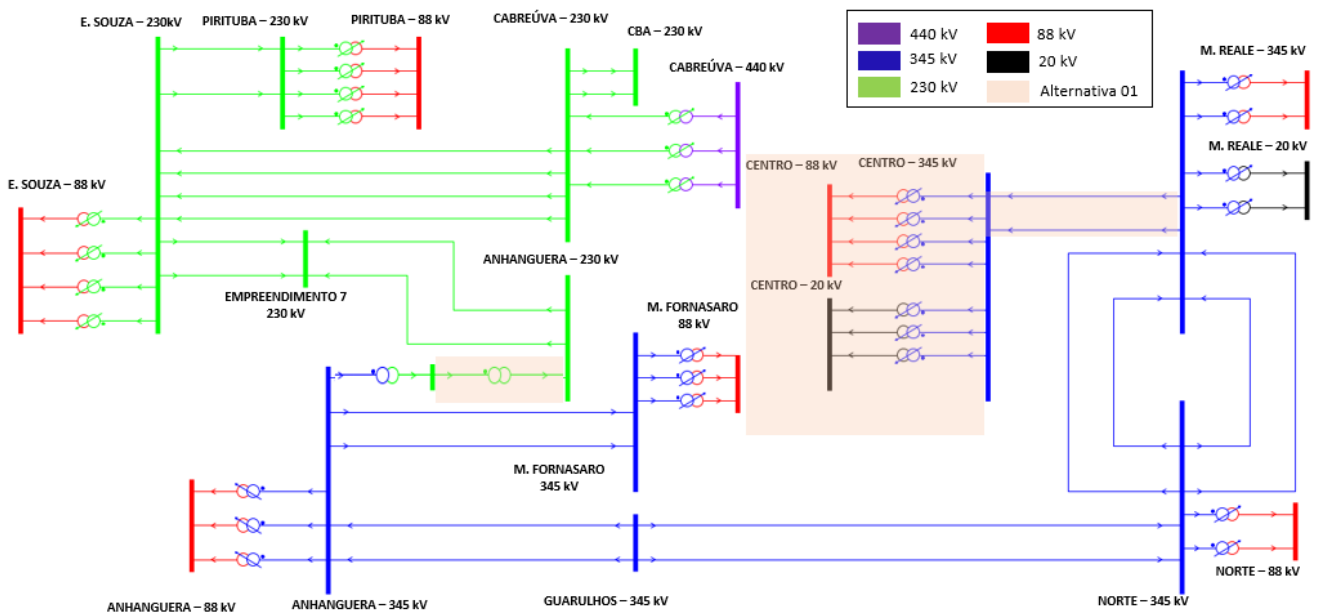


Figura 3-1 – Diagrama da alternativa recomendada na região Metropolitana de São Paulo

A solução recomendada é formada pela instalação de um Transformador Defasador Trifásico 230/230 kV, +- 30º, 500 MVA (com unidade reserva) na Subestação Anhanguera, em série com o TR 345/230 kV existente, além da construção da LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR (subterrânea) em circuito duplo, sendo cada um dos circuitos com capacidade de 442/750 MVA.

4 DADOS, PREMISSAS E CRITÉRIOS

4.1 Critérios Básicos

O presente estudo foi elaborado em conformidade com os critérios usuais de planejamento definidos no documento CCPE – Volume II “Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão dos Sistemas de Transmissão” [2]. Quando aplicável, foram respeitados ainda os requisitos do submódulo 2.3 dos Procedimentos de Rede do ONS [3] e dos Procedimentos de Distribuição/resoluções específicas da ANEEL.

4.2 Casos de Trabalho

Foram adotados os casos de trabalho do Plano Decenal da Transmissão 2032, com atualização de topologia na região do estudo. O horizonte do estudo foi o período entre 2026 e 2037.

4.3 Mercado

4.3.1 Caracterização da Área de Concessão da ENEL DISTRIBUIÇÃO SÃO PAULO

A área de concessão da ENEL SP tem a extensão de 4526 km² que representa 1,83% do Estado de São Paulo e 0,05 % do território nacional compreende 24 municípios (Barueri, Cajamar, Carapicuíba, Cotia, Diadema, Embu, Embu-Guaçu, Itapeverica da Serra, Itapevi, Jandira, Juquitiba, Mauá, Osasco, Pirapora do Bom Jesus, Ribeirão Pires, Rio Grande, Santana de Parnaíba, Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, São Lourenço da Serra, São Paulo, Taboão da Serra e Vargem Grande Paulista), que atende a região Sudoeste, a região do ABC e o município de São Paulo.

A área de concessão da ENEL SP é representada a seguir:

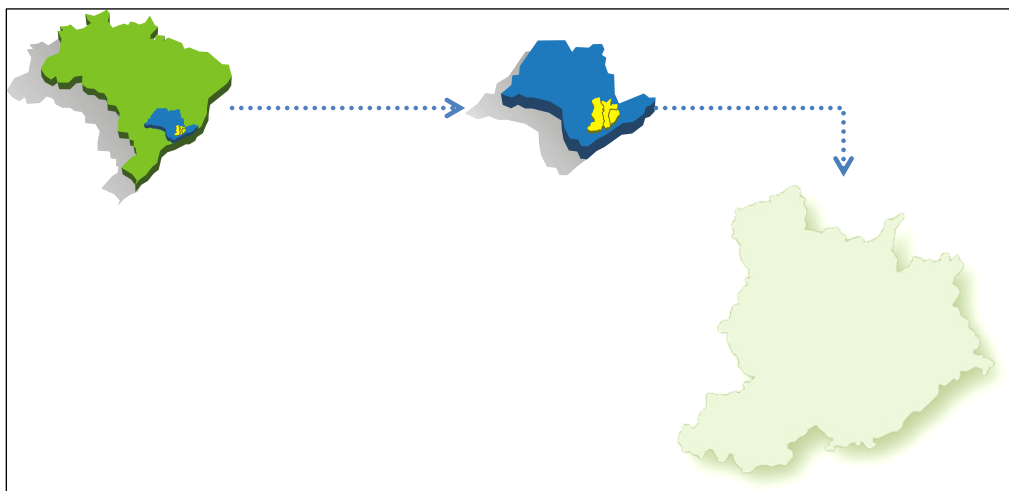


Figura 4-1 – Área Enel SP.

O sistema elétrico da ENEL SP é suprido por 21 transformações de subestações de Fronteira com a Rede Básica (SE Anhanguera 345/88 kV, SE Bandeirantes 345/88 kV, Bandeirantes 345/34.5 kV, Centro 230/88 kV, Centro 230/20 kV, Embu-Guaçu 440/138 kV, Edgard de Souza 230/88 kV, Jandira 440/88 kV, Leste 345/88 kV, Miguel Reale 345/20 kV, Miguel Reale 345/88 kV, Milton Fornasaro 34/88 kV, Nordeste 345/88 kV, Norte-1 345/88 kV, Norte-2 345/88 kV, Piratininga-1 230/88 kV, Piratininga-2 345/88 kV, Pirituba 230/88 kV, Ramon Reberte Filho 345/88 kV, Sul-1 345/88 kV e Sul-2 345/88 kV. Além disso, possui um ponto de CUSD suprido pela EDP São Paulo, e possui uma SED suprida por um DIT da LT 138 kV Embu-Peruíbe.

Em 2023, este sistema elétrico era composto de:

- 1835 km de circuitos de linhas de subtransmissão, sendo 1607 km circuitos aéreos e 228 km de circuitos subterrâneos, que operam nas tensões de 138 e 88 kV;
- 124 subestações de consumidor do subgrupo A2;
- 150 subestações AT/MT supridas em 88 kV e 138 kV, com uma capacidade instalada de 15.957 MVA, estas subestações suprem o sistema de distribuição (tensão inferior ou igual a 34,5 kV).

Vale destacar que estão previstos para o ano de 2026 a energização de 2 novos pontos de fronteira com a rede básica, SE São Miguel 345/88 kV e SE são Caetano do Sul 345/88 kV, além de novos corredores de LT de 345 kV.

4.3.2 Mercado

As projeções de demanda consideradas de forma geral foram aqueles referentes ao Plano Decenal da Transmissão 2032.

Foram incluídos também os montantes de carga dos futuros empreendimentos de Data Center cadastrados no Ministério de Minas e Energia (Tabela 1-1 e 1-2), os quais preveem conexões nos sistemas de 230/345/440 kV.

Para a região de forma específica, a ENEL SP realizou uma atualização do seu mercado com base nas premissas abaixo:

- projeções do Plano Decenal da Transmissão 2033;
- análise de sensibilidade do cenário de máxima solicitação das cargas nos pontos de conexão conectados nas regiões norte e oeste da RMSP envolvidos com os sistemas de 230/345/440 kV, as quais suprirão os clientes de Data Center da Tabela 1-2. Esses pontos de conexão são: SE Anhanguera 345/88 kV, SE Bandeirantes 345/88 kV, SE Bandeirantes 345/34.5 kV, SE Centro 230/88 kV, SE Centro 230/20 kV, SE Edgard de Souza 230/88 kV, SE Jandira 440/88 kV, SE Milton Fornasaro 345/88 kV e SE Pirituba 230/88 kV
- previsão de atendimento a novos clientes no sistema de distribuição de alta tensão do tipo Data Center com Orçamento de Conexão emitidos e contratos de obras assinados, os quais tiveram suas cargas liberadas após a execução das projeções de carga do PD-2032 e PD-2033.

As tabelas 4-1 e 4-2 apresentam as projeções de cargas por barramento na região utilizadas no estudo, conforme a atualização realizada pela distribuidora ENEL São Paulo.

Tabela 4-1 – Carga atualizada na região Central anos 2027 a 2032

BARRA	ANO											
	2027		2028		2029		2030		2031		2032	
	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q
NOME	[MW]	[Mvar]	[MW]	[Mvar]	[MW]	[Mvar]	[MW]	[Mvar]	[MW]	[Mvar]	[MW]	[Mvar]
ANHAGB-SP088	545,2	193,6	551,5	195,8	557,9	198,1	564,3	200,4	570,8	202,7	577,4	205,0
BANDDB-SP034	262,7	53,6	265,7	54,2	268,8	54,9	271,9	55,5	275,0	56,1	278,2	56,8
BAND8B-SP088	959,9	237,1	971,0	239,8	982,2	242,6	993,5	245,4	1005,0	248,2	1016,5	251,0
CENTDB-SP020	152,6	30,8	154,4	31,1	156,1	31,5	157,9	31,9	159,8	32,2	161,6	32,6
CENT8B-SP088	235,8	48,6	238,5	49,1	241,3	49,7	244,1	50,3	246,9	50,9	249,7	51,4
ESOUZA-SP088	295,8	151,8	299,2	153,6	302,6	155,4	306,1	157,2	309,6	159,0	313,2	160,8
EMBU-1-SP138	279,7	112,9	282,9	114,2	286,2	115,5	289,5	116,9	292,8	118,2	296,2	119,6
PAREHB-SP138	34,2	11,9	34,6	12,1	35,1	12,3	35,5	12,4	35,9	12,5	36,3	12,7
JANDR1-SP088	589,6	256,9	596,4	259,8	603,3	262,8	610,2	265,8	617,3	268,9	624,4	272,0
LEST-B-SP088	484,7	156,9	490,3	158,7	496,0	160,5	501,7	162,4	507,5	164,2	513,3	166,1
MFORAB-SP088	845,7	245,8	855,5	248,6	865,3	251,5	875,3	254,4	885,4	257,3	895,6	260,3
MREADB-SP020	109,2	29,6	110,5	29,9	111,8	30,3	113,1	30,6	114,4	31,0	115,7	31,3
MREAEB-SP088	359,1	98,1	363,2	99,3	367,4	100,4	371,7	101,6	376,0	102,7	380,3	103,9
NORDSB-SP088	170,5	68,3	172,5	69,1	174,5	69,9	176,5	70,7	178,5	71,5	180,6	72,3
NORT2--SP088	54,2	17,2	54,9	17,4	55,5	17,6	56,1	17,8	56,8	18,0	57,4	18,3
NORT-B-SP088	308,7	160,3	312,3	162,2	315,9	164,1	319,5	165,9	323,2	167,9	326,9	169,8
PIRAT1-SP088	176,1	92,1	178,2	93,1	180,2	94,2	182,3	95,3	184,4	96,4	186,5	97,5
PIRA2B-SP088	541,5	207,2	547,8	209,6	554,1	212,0	560,5	214,5	566,9	216,9	573,5	219,4
PIRIUB-SP088	355,8	107,1	359,9	108,3	364,1	109,6	368,3	110,8	372,5	112,1	376,8	113,4
RAMON--SP088	654,5	185,2	662,0	187,4	669,7	189,5	677,4	191,7	685,2	193,9	693,1	196,2
SUL1---SP088	537,6	212,0	543,8	214,5	550,1	216,9	556,4	219,4	562,8	222,0	569,3	224,5
SUL2---SP088	68,3	10,2	69,0	10,3	69,7	10,5	70,5	10,6	71,3	10,7	72,1	10,8
SCAETA-SP088	229,8	-5,2	232,2	-4,9	234,7	-4,6	237,4	-4,6	240,1	-4,7	242,9	-4,7
SMIGUE-SP088	366,9	126,0	369,9	127,0	373,1	128,1	377,4	129,6	381,8	131,1	386,2	132,6
REC-8--SP138	7,5	3,2	7,5	3,2	7,5	3,2	7,5	3,2	7,5	3,2	7,5	3,2
ICON-2-SP138	10,0	4,2	10,0	4,2	15,0	6,4	15,0	6,4	15,0	6,4	15,0	6,4

Tabela 4-2 – Carga atualizada na região Central anos 2033 a 2038

BARRA	ANO											
	2033		2034		2035		2036		2037		2038	
	NOME	P [MW]	Q [Mvar]	P [MW]	Q [Mvar]	P [MW]	Q [Mvar]	P [MW]	Q [Mvar]	P [MW]	Q [Mvar]	P [MW]
ANHAGB-SP088	584,0	207,4	590,8	209,8	597,6	212,2	604,5	214,6	611,4	217,1	618,5	219,6
BANDDB-SP034	281,4	57,4	284,6	58,1	287,9	58,8	291,2	59,4	294,6	60,1	298,0	60,8
BAND8B-SP088	1028,3	253,9	1040,1	256,9	1052,1	259,8	1064,3	262,8	1076,5	265,9	1088,9	268,9
CENTDB-SP020	163,5	33,0	165,3	33,4	167,3	33,7	169,2	34,1	171,1	34,5	173,1	34,9
CENT8B-SP088	252,6	52,0	255,5	52,6	258,5	53,2	261,5	53,9	264,5	54,5	267,5	55,1
ESOUZA-SP088	316,8	162,7	320,5	164,5	324,2	166,4	327,9	168,4	331,7	170,3	335,5	172,3
EMBU-1-SP138	299,6	121,0	303,1	122,4	306,5	123,8	310,1	125,2	313,7	126,6	317,3	128,1
PAREHB-SP138	36,8	12,8	37,2	13,0	37,6	13,1	38,0	13,3	38,5	13,4	38,9	13,6
JANDR1-SP088	631,6	275,1	638,9	278,3	646,2	281,5	653,7	284,8	661,2	288,1	668,9	291,4
LEST-B-SP088	519,2	168,0	525,2	170,0	531,3	171,9	537,4	173,9	543,6	175,9	549,9	178,0
MFORAB-SP088	905,9	263,3	916,4	266,3	927,0	269,4	937,6	272,5	948,5	275,7	959,4	278,8
MREADB-SP020	117,0	31,7	118,4	32,1	119,7	32,4	121,1	32,8	122,5	33,2	123,9	33,6
MREAEB-SP088	384,7	105,1	389,1	106,3	393,6	107,6	398,1	108,8	402,7	110,1	407,4	111,3
NORDSB-SP088	182,7	73,2	184,8	74,0	186,9	74,9	189,1	75,7	191,2	76,6	193,4	77,5
NORT2--SP088	58,1	18,5	58,8	18,7	59,5	18,9	60,1	19,1	60,8	19,3	61,5	19,6
NORT-B-SP088	330,7	171,8	334,5	173,7	338,4	175,7	342,3	177,8	346,2	179,8	350,2	181,9
PIRAT1-SP088	188,7	98,6	190,9	99,8	193,1	100,9	195,3	102,1	197,5	103,3	199,8	104,4
PIRA2B-SP088	580,1	222,0	586,8	224,5	593,6	227,1	600,4	229,7	607,3	232,4	614,3	235,1
RIUB-SP088	381,2	114,7	385,5	116,0	390,0	117,4	394,5	118,7	399,0	120,1	403,6	121,5
RAMON--SP088	701,1	198,4	709,2	200,7	717,4	203,0	725,6	205,4	734,0	207,7	742,5	210,1
SUL1---SP088	575,9	227,1	582,5	229,7	589,2	232,4	596,0	235,1	602,9	237,8	609,9	240,5
SUL2---SP088	72,9	10,9	73,8	11,1	74,6	11,2	75,5	11,3	76,4	11,5	77,2	11,6
SCAETA-SP088	245,7	-4,8	248,5	-4,8	251,4	-4,9	254,3	-4,9	257,2	-5,0	260,2	-5,0
SMIGUE-SP088	390,6	134,1	395,2	135,6	399,7	137,2	404,3	138,8	409,0	140,4	413,7	142,0
REC-8--SP138	7,5	3,2	7,5	3,2	7,5	3,2	7,5	3,2	7,5	3,2	7,5	3,2
ICON-2-SP138	15,0	6,4	15,0	6,4	15,0	6,4	15,0	6,4	15,0	6,4	15,0	6,4

4.4 Plano de Geração

A geração adotada foi a dos casos de trabalho do Plano Decenal da Transmissão 2032.

4.5 Cenários

Serão avaliadas somente as condições de intercâmbio, carga e geração mais críticas para o sistema da região de interesse. Por se tratar de um estudo de atendimento a cargas de uma região metropolitana, o cenário norte exportador no patamar de carga média é o principal caso base para as análises.

Para as análises realizadas no Capítulo 10, de modo a capturar cenários de máximo carregamento na nova LTS 345 kV a ser recomendada, foi realizada uma extrapolação, além do horizonte de estudo, considerando os seguintes fatores:

- Referência caso base "Média Seco 2036", com incremento de carga na SE Centro;
- Inclusão de obra referencial com dois TR 450 MVA 345/230 kV na SE Pirituba, conectando com a SE Centro CTR por meio da LTS CD 345 kV Centro CTR - Pirituba;

A inclusão da obra referencial foi com o objetivo de verificar possíveis carregamentos futuros da LTS 345 kV Centro CTR – Miguel Reale com o fechamento do anel, previsto para ser recomendado na Parte 2 do presente estudo.

4.6 Limites Operativos

4.6.1 Tensão

Como critério de análise do perfil de tensão, admitiu-se que os barramentos de carga da Rede Básica não deveriam exceder as faixas estabelecidas nos Procedimentos de Rede para classificação adequada, conforme apresentadas na Tabela 4-3.

Tabela 4-3 – Limites operativos de tensão

Limites de Tensão				
Tensão	Condição Normal		Condição de Emergência	
	min	Max	Min	Max
kV				
<=138	0,950	1,050	0,900	1,050
230	0,950	1,050	0,900	1,050
345	0,950	1,050	0,900	1,050
440	0,950	1,046	0,900	1,046
500	1,000	1,100	1,000	1,100
525	0,950	1,050	0,950	1,050
765	0,900	1,046	0,900	1,046

4.6.2 Carregamento

Para as linhas de transmissão existentes na Rede Básica, foram utilizados, em regime normal e de emergências, os limites de carregamentos constantes do Contrato de Prestação de Serviços de Transmissão (CPST). Para as linhas DIT e da rede de distribuição, foram observados os limites usuais utilizados pelo planejamento e operação da empresa.

Para os transformadores existentes, foram utilizados os limites de curta e longa duração informados pelas empresas proprietárias dos equipamentos no CPST. No caso de transformadores novos, foi considerada a capacidade operativa de curta duração (4 horas) correspondente a 120% da capacidade nominal do equipamento.

4.6.3 Fator de Potência

Na fronteira com a Rede Básica ou DIT, foi considerado um fator de potência mínimo de 0,95.

4.7 Parâmetros Econômicos

Para o custeamento das novas instalações, foram utilizados os preços referenciais da ANEEL de 03/2023. Salienta-se que esses valores são de referência, compostos por custos médios de mercado e utilizados apenas para comparação de alternativas em estudos de planejamento, não servindo como base para orçamentos executivos do empreendimento.

No caso das novas linhas de transmissão subterrâneas, foram considerados os custos unitários conforme os valores estimados no Estudo de Atendimento à Região Metropolitana de São Paulo – Sub-regiões Norte, Leste e Sul [1].

Foram considerados, ainda:

- Custo marginal de expansão (custos das perdas): R\$ 205,11/MWh;
- Taxa de desconto: 8% a.a.;
- Ano de referência: 2024;
- Tempo de vida útil das instalações: 30 anos;
- Ano horizonte: 2037; e
- Empate entre alternativas: diferença de custos inferior a 5 % (requer análises adicionais).

Para o cálculo dos custos das perdas foram considerados os três patamares de carga (leve, média e pesada) e os intercâmbios Norte Úmido e Norte Seco do PDE 2032.

5 DIAGNÓSTICO

5.1 Sistema Elétrico de Interesse

Considerando o foco no atendimento à região metropolitana, o sistema elétrico de interesse é composto pelo anel de 345 kV e o sistema de 230 kV, que supre a região metropolitana através da fonte de 440 kV em Cabreúva.

5.2 Desempenho Elétrico da Rede

As próximas sessões apresentam os problemas observados no cenário mais crítico, o cenário dimensionador deste estudo, que foi o cenário de Carga Média Norte Úmido que apresenta a maior carga na região.

5.2.1 Cenário Dimensionador em Condições Normais

A Tabela 5-1 apresenta AS violações e pontos de atenção sobre o carregamento no sistema de interesse em condições normais.

No horizonte do estudo avaliado, com relação ao desempenho de linhas e transformadores, são muitos os equipamentos que apresentam carregamentos elevados e violações. Para o sistema da Região Metropolitana de São Paulo, destacam-se as sobrecargas nas transformações de 440/230 kV de Cabreúva, os circuitos entre a subestação de Cabreúva e a subestação de Edgard de Souza e os circuitos entre Edgard de Souza e Anhanguera. No sistema de rede básica e fronteira, observa-se carregamentos elevados nas transformações 500/440 kV da subestação Fernão Dias e Santo Ângelo.

Tabela 5-1 – Diagnóstico do sistema– Condição normal – Fluxo

LINHAS E TRAFOS	NC/LIM	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
	NC	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar
	LIM.	%	%	%	%	%	%	%	%	%
CABREU-SP230	1	373 57	393 75	415 84	430 89	444 97	456 98	470 104	485 96	493 104
E.SOUZ-SP230	383	97%	102%	108%	113%	116%	119%	123%	127%	129%
CABREU-SP230	2	373 57	393 75	415 84	430 89	444 97	456 98	470 104	485 96	493 104
E.SOUZ-SP230	383	97%	102%	108%	113%	116%	119%	123%	127%	129%
CABREU-SP230	3	373 57	393 75	415 84	430 89	444 97	456 99	470 104	485 96	493 104
E.SOUZ-SP230	383	97%	102%	108%	113%	116%	119%	123%	127%	129%
CABREU-SP230	4	369 56	390 73	411 82	427 87	440 95	452 96	466 102	481 93	489 102
E.SOUZ-SP230	383	96%	102%	107%	111%	115%	118%	122%	126%	128%
BJARDI-SP440	1	-1370 50	-1342 21	-1377 29	-1401 -30	-1431 -31	-1418 -24	-1452 46	-1457 41	-1466 -6
F.DIAS-SP440	2030	68%	66%	68%	69%	71%	70%	72%	72%	73%
ANHANG-SP230	1	-217 30	-237 32	-254 31	-279 33	-305 26	-330 33	-351 33	-380 24	-392 14
E.SOUZ-SP230	324	68%	74%	80%	88%	96%	104%	110%	119%	123%
ANHANG-SP230	2	-217 30	-237 32	-254 31	-279 33	-305 26	-330 33	-351 33	-380 24	-392 14
E.SOUZ-SP230	324	68%	74%	80%	88%	96%	104%	110%	119%	123%

LINHAS E TRAFOS	NC/LI	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
	M	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar
	LIM.	%	%	%	%	%	%	%	%	%
NORDES-SP345	1	267 75	272 78	256 60	261 62	266 55	271 59	276 61	282 62	282 63
NORDSA-SP088	400	69%	71%	66%	67%	68%	69%	71%	72%	73%
NORDES-SP345	2	260 73	265 76	249 58	254 61	259 53	264 57	269 59	274 61	275 61
NORDSA-SP088	400	67%	69%	64%	66%	67%	68%	69%	70%	71%
NORDES-SP345	3	266 75	272 78	255 60	260 62	265 55	270 59	276 61	281 62	282 63
NORDSA-SP088	400	69%	71%	66%	67%	68%	69%	71%	72%	73%
CABREU-SP230	1	-577 -37	-604 -61	-633 -73	-654 -80	-672 -91	-688 -92	-706 -100	-727 -88	-738 -100
CABRE2-SP440	750	76%	79%	83%	86%	89%	91%	93%	96%	97%
CABREU-SP230	2	-577 -37	-604 -61	-633 -73	-654 -80	-672 -91	-688 -92	-706 -100	-727 -88	-738 -100
CABRE2-SP440	750	76%	79%	83%	86%	89%	91%	93%	96%	97%
CABREU-SP230	3	-577 -37	-604 -61	-633 -73	-654 -80	-672 -91	-688 -92	-706 -100	-727 -88	-738 -100
CABRE2-SP440	750	76%	79%	83%	86%	89%	91%	93%	96%	97%
F.DIAS-SP500	1	1090 164	1096 165	1137 172	1167 211	1189 228	1199 210	1234 158	1250 171	1258 210
F.DIAS-SP440	1200	90%	90%	95%	97%	100%	100%	103%	104%	106%
F.DIAS-SP500	2	1090 164	1096 165	1137 172	1167 211	1189 228	1199 210	1234 158	1250 171	1258 210
F.DIAS-SP440	1200	90%	90%	95%	97%	100%	100%	103%	104%	106%
F.DIAS-SP500	3	1090 164	1096 165	1137 172	1167 211	1189 228	1199 210	1234 158	1250 171	1258 210
F.DIAS-SP440	1200	90%	90%	95%	97%	100%	100%	103%	104%	106%
S.ANGE-SP345	1	-348 207	-376 200	-381 206	-410 182	-425 176	-444 212	-457 217	-481 218	-488 214
SANGEL-SP440	750	53%	56%	57%	59%	61%	65%	67%	70%	71%
S.ANGE-SP345	2	-348 207	-376 200	-381 206	-410 182	-425 176	-444 212	-457 217	-481 218	-488 214
SANGEL-SP440	750	53%	56%	57%	59%	61%	65%	67%	70%	71%
EMBU---SP345	1	-258 -154	-300 -144	-322 -110	-349 -120	-370 -100	-400 -73	-413 -73	-449 -19	-455 -10
EMBU---SP440	750	39%	43%	44%	48%	50%	53%	54%	58%	59%
EMBU---SP345	2	-258 -154	-300 -144	-322 -110	-349 -120	-370 -100	-400 -73	-413 -73	-449 -19	-455 -10
EMBU---SP440	750	39%	43%	44%	48%	50%	53%	54%	58%	59%

5.2.2 Cenário Dimensionador em Emergência

Os principais problemas de tensão em condição de emergência ocorrem no interior de São Paulo, cujas soluções serão endereçadas no âmbito do estudo de atendimento à região Campinas, Bom Jardim e Itatiba, ora em andamento. Para a região de interesse não se identificou violação dos limites de tensão.

A Tabela 5-2 apresenta as violações e pontos de atenção sobre o nível de carregamento no sistema da Região Metropolitana de São Paulo na ocorrência de contingências.

No resultado do carregamento, seguindo para as contingências nas linhas da região, o carregamento das LT 230 kV Cabreúva – Edgar de Souza e LT 230 kV Anhanguera – Edgar de Souza que apresenta violação em condição normal tende a crescer nas contingências das outras linhas. Já as transformações 440/230 kV de Cabreúva, apresentam logo no primeiro ano do horizonte do estudo sobrecarga inadmissível mediante a perda de uma das quatro transformações existentes.

Tabela 5-2 – Diagnóstico do sistema– Condição de emergência – Fluxo

CONTINGÊNCIA	LINHAS E TRAFOS	NC LIM.	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
			MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
TR 440/345 KV - EMBU-GUAÇU	CAMPIN-SP345	1	577 -102	591 -117	605 -143	633 -142	646 -163	667 -184	680 -236	700 -244	704 -245	
	GUARUL-SP345	1075	55%	57%	59%	61%	64%	66%	70%	72%	73%	
	CABREU-SP230	1	376 60	397 78	419 87	435 92	449 100	461 101	475 107	491 97	499 106	
	E.SOUZ-SP230	531	70%	75%	79%	82%	85%	87%	90%	92%	94%	
	CABREU-SP230	2	376 60	397 78	419 87	435 92	449 100	461 101	475 107	491 97	499 106	
	E.SOUZ-SP230	498	75%	80%	84%	87%	90%	93%	96%	99%	100%	
	CABREU-SP230	3	376 60	397 78	419 87	435 92	449 100	461 101	475 107	491 98	499 106	
	E.SOUZ-SP230	498	75%	80%	84%	87%	90%	93%	96%	99%	100%	
	CABREU-SP230	4	373 58	394 76	415 84	431 89	445 97	457 98	471 104	487 95	495 103	
	E.SOUZ-SP230	531	69%	74%	78%	81%	84%	86%	89%	92%	93%	
	ANHANG-SP230	1	-224 27	-245 28	-263 28	-288 30	-315 23	-340 31	-361 31	-391 23	-404 13	
	E.SOUZ-SP230	445	51%	56%	60%	66%	72%	78%	82%	89%	92%	
	ANHANG-SP230	2	-224 27	-245 28	-263 28	-288 30	-315 23	-340 31	-361 31	-391 23	-404 13	
	E.SOUZ-SP230	445	51%	56%	60%	66%	72%	78%	82%	89%	92%	
	EMBU---SP345	2	-415 -252	-483 -237	-519 -184	-564 -201	-597 -170	-645 -128	-667 -129	-724 -42	-734 -27	
	EMBU---SP440	825	58%	64%	65%	71%	74%	78%	80%	85%	87%	
CABREU-SP230	1	-582 -41	-610 -64	-639 -76	-660 -83	-678 -94	-695 -95	-714 -103	-735 -90	-745 -102		
CABRE2-SP440	796	72%	75%	79%	82%	84%	86%	89%	91%	93%		
CABREU-SP230	2	-582 -41	-610 -64	-639 -76	-660 -83	-678 -94	-695 -95	-714 -103	-735 -90	-745 -102		
CABRE2-SP440	796	72%	75%	79%	82%	84%	86%	89%	91%	93%		
CABREU-SP230	3	-582 -41	-610 -64	-639 -76	-660 -83	-678 -94	-695 -95	-714 -103	-735 -90	-745 -102		
CABRE2-SP440	825	69%	73%	76%	79%	81%	83%	86%	88%	89%		
TR 440/345 KV - SANTO ÂNGELO	CAMPIN-SP345	1	578 -106	592 -121	605 -148	632 -147	646 -167	666 -189	680 -241	699 -248	703 -249	
	GUARUL-SP345	1075	55%	57%	59%	61%	64%	66%	70%	72%	73%	
	ANHANG-SP345	1	-220 32	-240 34	-257 33	-283 35	-309 28	-334 35	-354 36	-383 27	-396 17	
	E.SOUZ-SP230	445	50%	55%	59%	65%	71%	76%	81%	88%	91%	
	ANHANG-SP345	2	-220 32	-240 34	-257 33	-283 35	-309 28	-334 35	-354 36	-383 27	-396 17	
E.SOUZ-SP230	445	50%	55%	59%	65%	71%	76%	81%	88%	91%		
S.ANGE-SP345	2	-566 325	-612 314	-619 324	-667 286	-690 276	-722 335	-743 347	-782 349	-793 342		
SANGEL-SP440	825	78%	82%	84%	87%	89%	95%	98%	103%	104%		
TR 440/230 KV - CABREÚVA	CABREU-SP230	2	-831 -49	-870 -83	-911 -99	-941 -108	-966 -123	-990 -125	-1016 -136	-1046 -118	-1062 -144	
	CABRE2-SP440	796	103%	108%	113%	117%	121%	123%	127%	130%	132%	
	CABREU-SP230	3	-831 -49	-870 -83	-911 -99	-941 -108	-966 -123	-990 -125	-1016 -136	-1046 -118	-1062 -144	
	CABRE2-SP440	825	99%	104%	109%	113%	116%	119%	123%	126%	128%	
TR 345/230 KV - ANHANGUERA	CABREU-SP230	1	403 67	425 91	450 105	466 118	478 129	490 142	507 148	519 148	529 145	
	E.SOUZ-SP230	531	76%	81%	86%	90%	93%	96%	98%	103%	101%	
	CABREU-SP230	2	403 67	425 91	450 105	466 118	478 129	490 142	507 148	519 148	529 145	
	E.SOUZ-SP230	498	81%	86%	92%	96%	99%	103%	104%	109%	108%	
	CABREU-SP230	3	403 67	425 91	450 105	466 118	478 129	490 143	507 148	519 148	529 145	
	E.SOUZ-SP230	498	81%	86%	92%	96%	99%	103%	104%	109%	108%	
CABREU-SP230	4	399 65	422 89	446 103	462 115	474 126	486 139	502 145	515 145	525 142		
E.SOUZ-SP230	531	75%	80%	85%	89%	92%	95%	97%	102%	100%		

CONTINGÊNCIA	LINHAS E TRAFOS	NC LIM.	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
			MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	BJARDI-SP440	1	-1384 45	-1358 10	-1393 12	-1416 -52	-1445 -56	-1430 -61	-1474 1	-1467 -9	-1486 -63	
	F.DIAS-SP440	2030	69%	67%	69%	70%	72%	72%	73%	74%	74%	
	ANHANG-SP230	1	-281 19	-306 8	-330 -2	-354 -12	-379 -21	-403 -32	-427 -33	-452 -52	-467 -47	
	E.SOUZ-SP230	445	64%	70%	76%	82%	88%	95%	99%	108%	108%	
	ANHANG-SP230	2	-281 19	-306 8	-330 -2	-354 -12	-379 -21	-403 -32	-427 -33	-452 -52	-467 -47	
	E.SOUZ-SP230	445	64%	70%	76%	82%	88%	95%	99%	108%	108%	
	CABREU-SP230	1	-618 -50	-647 -83	-680 -102	-701 -120	-718 -134	-733 -153	-756 -158	-772 -162	-785 -154	
	CABRE2-SP440	796	77%	81%	86%	89%	91%	94%	95%	100%	99%	
	CABREU-SP230	2	-618 -50	-647 -83	-680 -102	-701 -120	-718 -134	-733 -153	-756 -158	-772 -162	-785 -154	
	CABRE2-SP440	796	77%	81%	86%	89%	91%	94%	95%	100%	99%	
	CABREU-SP230	3	-618 -50	-647 -83	-680 -102	-701 -120	-718 -134	-733 -153	-756 -158	-772 -162	-785 -154	
	CABRE2-SP440	825	74%	78%	83%	86%	88%	91%	92%	96%	96%	
F.DIAS-SP500	1	1093 168	1099 170	1139 180	1169 220	1191 239	1200 226	1242 190	1249 196	1264 247		
F.DIAS-SP440	1440	75%	76%	79%	82%	84%	84%	87%	87%	90%		
F.DIAS-SP500	2	1093 168	1099 170	1139 180	1169 220	1191 239	1200 226	1242 190	1249 196	1264 247		
F.DIAS-SP440	1440	75%	76%	79%	82%	84%	84%	87%	87%	90%		
F.DIAS-SP500	3	1093 168	1099 170	1139 180	1169 220	1191 239	1200 226	1242 190	1249 196	1264 247		
F.DIAS-SP440	1440	75%	76%	79%	82%	84%	84%	87%	87%	90%		
LT 345 KV ANHANGUER A - GUARULHOS C1	EMBU---SP345	1	384 62	405 80	427 88	443 94	456 102	469 103	483 109	498 99	507 111	
	INTERL-SP345	1103	72%	76%	81%	84%	87%	89%	92%	94%	96%	
	EMBU---SP345	2	384 62	405 80	427 88	443 94	456 102	469 103	483 109	498 99	507 111	
	INTERL-SP345	1103	72%	76%	81%	84%	87%	89%	92%	94%	96%	
	CABREU-SP230	1	381 60	401 78	423 86	439 91	452 99	465 100	478 106	494 97	503 109	
	E.SOUZ-SP230	531	71%	76%	80%	83%	86%	88%	91%	93%	95%	
	CABREU-SP230	2	384 62	405 80	427 88	443 94	456 102	469 103	483 109	498 99	507 112	
	E.SOUZ-SP230	498	77%	82%	86%	89%	92%	95%	98%	101%	102%	
	CABREU-SP230	3	384 62	405 80	427 88	443 94	456 102	469 103	483 109	498 99	507 112	
	E.SOUZ-SP230	498	77%	82%	86%	89%	92%	95%	98%	101%	102%	
	CABREU-SP230	4	381 60	401 78	423 86	439 91	452 99	465 100	478 106	494 97	503 109	
	E.SOUZ-SP230	531	71%	76%	80%	83%	86%	88%	91%	93%	95%	
	BJARDI-SP440	1	-1379 46	-1352 16	-1387 23	-1411 -36	-1441 -38	-1428 -31	-1462 38	-1468 33	-1479 -23	
	F.DIAS-SP440	2030	68%	67%	69%	70%	71%	71%	73%	73%	74%	
	ANHANG-SP230	1	-242 23	-262 25	-280 25	-306 27	-332 20	-357 28	-378 29	-407 21	-422 7	
	E.SOUZ-SP230	445	55%	60%	64%	70%	76%	82%	87%	93%	96%	
	ANHANG-SP230	2	-242 23	-262 25	-280 25	-306 27	-332 20	-357 28	-378 29	-407 21	-422 7	
	E.SOUZ-SP230	445	55%	60%	64%	70%	76%	82%	87%	93%	96%	
CABREU-SP230	1	-593 -43	-620 -68	-649 -79	-671 -86	-688 -97	-705 -98	-723 -106	-744 -94	-756 -109		
CABRE2-SP440	796	73%	77%	81%	84%	86%	88%	91%	93%	94%		
CABREU-SP230	2	-593 -43	-620 -68	-649 -79	-671 -86	-688 -97	-705 -98	-723 -106	-744 -94	-756 -109		
CABRE2-SP440	796	73%	77%	81%	84%	86%	88%	91%	93%	94%		
CABREU-SP230	3	-593 -43	-620 -68	-649 -79	-671 -86	-688 -97	-705 -98	-723 -106	-744 -94	-756 -109		
CABRE2-SP440	825	71%	74%	78%	81%	83%	85%	87%	90%	91%		

CONTINGÊNCIA	LINHAS E TRAFOS	NC LIM.	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
			MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
LT 345 KV INTERLAGOS - EMBU- GUAÇU C1	EMBU---SP345	2	566 268	619 246	659 184	697 179	733 150	778 117	815 131	864 39	876 25	
	INTERL-SP345	1103	55%	59%	60%	63%	66%	69%	72%	76%	77%	
	CABREU-SP230	1	376 60	397 78	419 87	435 92	449 100	461 101	475 107	491 98	499 106	
	E.SOUZ-SP230	531	70%	75%	79%	82%	85%	87%	90%	92%	94%	
	CABREU-SP230	2	376 60	397 78	419 87	435 92	449 100	461 101	475 107	491 98	499 106	
	E.SOUZ-SP230	498	75%	80%	84%	88%	90%	93%	96%	99%	100%	
	CABREU-SP230	3	376 60	397 78	419 87	435 92	449 100	461 101	475 107	491 98	499 106	
	E.SOUZ-SP230	498	75%	80%	84%	88%	90%	93%	96%	99%	100%	
	CABREU-SP230	4	373 58	394 76	415 84	431 89	445 97	457 98	471 104	487 95	495 103	
	E.SOUZ-SP230	531	70%	74%	78%	81%	84%	86%	89%	92%	93%	
	ANHANG-SP230	1	-224 26	-245 28	-263 27	-288 30	-315 23	-340 31	-361 30	-391 23	-404 14	
	E.SOUZ-SP230	445	51%	56%	60%	66%	72%	78%	82%	89%	92%	
	ANHANG-SP230	2	-224 26	-245 28	-263 27	-288 30	-315 23	-340 31	-361 30	-391 23	-404 14	
	E.SOUZ-SP230	445	51%	56%	60%	66%	72%	78%	82%	89%	92%	
CABREU-SP230	1	-582 -41	-610 -64	-639 -76	-660 -83	-678 -94	-695 -95	-713 -103	-735 -91	-745 -101		
CABRE2-SP440	796	72%	76%	79%	82%	84%	86%	89%	91%	93%		
CABREU-SP230	2	-582 -41	-610 -64	-639 -76	-660 -83	-678 -94	-695 -95	-713 -103	-735 -91	-745 -101		
CABRE2-SP440	796	72%	76%	79%	82%	84%	86%	89%	91%	93%		
CABREU-SP230	3	-582 -41	-610 -64	-639 -76	-660 -83	-678 -94	-695 -95	-713 -103	-735 -91	-745 -101		
CABRE2-SP440	825	69%	73%	76%	79%	81%	83%	86%	88%	89%		
LT 230 KV CABREÚVA - EDGARD DE SOUZA C4	CAMPIN-SP345	1	578 -102	592 -117	605 -143	632 -142	646 -163	666 -184	679 -236	699 -243	703 -245	
	GUARUL-SP345	1075	55%	57%	59%	61%	64%	66%	70%	72%	73%	
	CABREU-SP230	1	470 78	496 102	523 114	543 120	560 131	575 134	592 142	612 132	623 145	
	E.SOUZ-SP230	531	88%	93%	99%	103%	106%	109%	113%	116%	118%	
	CABREU-SP230	2	470 78	496 102	523 114	543 120	560 131	575 134	592 142	612 132	623 145	
E.SOUZ-SP230	498	94%	100%	105%	110%	113%	116%	120%	124%	126%		
CABREU-SP230	3	470 78	496 102	523 114	543 121	560 131	575 134	592 142	612 132	623 145		
E.SOUZ-SP230	498	94%	100%	105%	110%	113%	116%	120%	124%	126%		
LT 230 KV ANHANGUER A - CENTRO CTT C1	ANHANG-SP230	1	395 -87	400 -84	405 -81	409 -79	414 -76	419 -74	424 -72	429 -70	434 -67	
	CENTR1-SP230	445	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	100%	
	CENTR1-SP230	1	394 -93	399 -90	403 -87	408 -85	413 -83	417 -81	422 -79	427 -78	432 -75	
	CENTRO-SP230	470	86%	87%	88%	89%	90%	91%	92%	93%	94%	

CONTINGÊNCIA	LINHAS E TRAFOS	NC LIM.	2028		2029		2030		2031		2032		2033		2034		2035		2036			
			MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar
			%		%		%		%		%		%		%		%		%		%	
LT 230 KV CENTRO CTT - CENTRO CTR C1	ANHANG-SP230	1	395	-4	400	-2	405	1	409	3	414	6	419	8	424	11	429	12	433	10		
	CENTR1-SP230	445	89%		91%		92%		93%		95%		96%		97%		98%		98%			
	CENTR1-SP230	1	394	-10	399	-7	403	-5	408	-3	413	-1	417	1	422	4	427	5	432	4		
	CENTRO-SP230	470	85%		86%		87%		88%		90%		91%		92%		93%		92%			
	CABREU-SP230	1	372	68	393	86	414	94	430	99	443	107	455	109	469	115	485	106	485	95		
	E.SOUZ-SP230	531	70%		75%		79%		82%		85%		87%		90%		92%		93%			
	CABREU-SP230	2	372	68	393	86	414	94	430	99	443	107	455	109	469	115	485	106	486	96		
	E.SOUZ-SP230	498	75%		80%		84%		87%		90%		93%		96%		98%		99%			
	CABREU-SP230	3	372	68	393	86	414	94	430	99	443	108	455	109	469	115	485	106	486	96		
	E.SOUZ-SP230	498	75%		80%		84%		87%		90%		93%		96%		98%		99%			
	CABREU-SP230	4	369	66	389	84	411	92	426	97	439	105	452	106	465	112	481	104	481	93		
	E.SOUZ-SP230	531	69%		74%		78%		81%		84%		86%		89%		91%		92%			
	CABREU-SP230	1	-577	-52	-604	-76	-632	-87	-653	-94	-671	-105	-687	-106	-705	-115	-726	-103	-726	-103		
	CABRE2-SP440	796	72%		75%		79%		82%		84%		86%		89%		91%		93%			
CABREU-SP230	2	-577	-52	-604	-76	-632	-87	-653	-94	-671	-105	-687	-106	-705	-115	-726	-103	-726	-103			
CABRE2-SP440	796	72%		75%		79%		82%		84%		86%		89%		91%		93%				
CABREU-SP230	3	-577	-52	-604	-76	-632	-87	-653	-94	-671	-105	-687	-106	-705	-115	-726	-103	-726	-103			
CABRE2-SP440	825	69%		73%		76%		79%		81%		83%		86%		88%		89%				
LT 230 KV ANHANGUER A -EDGAR DE SOUZA C1	ANHANG-SP230	2	-416	60	-455	63	-488	61	-536	66	-586	52	-634	66	-673	66	-729	50	-756	-24		
	E.SOUZ-SP230	445	95%		104%		111%		122%		134%		145%		154%		166%		173%			

6 ALTERNATIVAS

Neste capítulo são apresentadas as alternativas analisadas como solução aos problemas diagnosticados no sistema elétrico da região.

O diagnóstico indicou como principais problemas na Rede Básica e Fronteira são as transformações de Rede Básica nas subestações de Cabreúva e Anhanguera e nos circuitos de 230 kV entre as mesmas subestações.

Ao longo do estudo percebeu-se que a migração da alimentação da SE Centro CTR do sistema de 230 kV para o sistema de 345 kV traria um alívio ao carregamento do sistema de 230 kV, aumentando a capacidade deste sistema em atender à crescente demanda dos novos clientes. Neste contexto, foram analisadas alternativas que envolviam a conexão da SE Centro CTR ao sistema de 345 kV que já abastece boa parte da região Metropolitana de São Paulo.

As alternativas analisadas foram elaboradas em conjunto com a ISA CTEEP e ENEL SP.

6.1 Obra Comum

A verificação de uma grande efetividade na operação de um transformador defasador, no setor de 230 kV da SE Anhanguera, na eliminação de algumas restrições detectadas, fez com que a implantação deste equipamento seja comum a todas as alternativas elaboradas, e, portanto, deve ser considerada além das obras específicas de cada alternativa.

- 1º Transformador Defasador Trifásico 230/230 kV, +- 30º, 500 MVA, em série com o TR 345/230 kV existente, com controle automático e remoto de fluxo na SE Anhanguera (2027).

6.2 Alternativa 1

A Alternativa 1 é composta pela construção da LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR. A LT possui aproximadamente 5,1 km de extensão, com cabos isolados subterrâneos formando circuito duplo de 442 / 750 MVA de capacidade cada.

- LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR, Circuito Duplo, subterrânea, 5,1 km (2028)

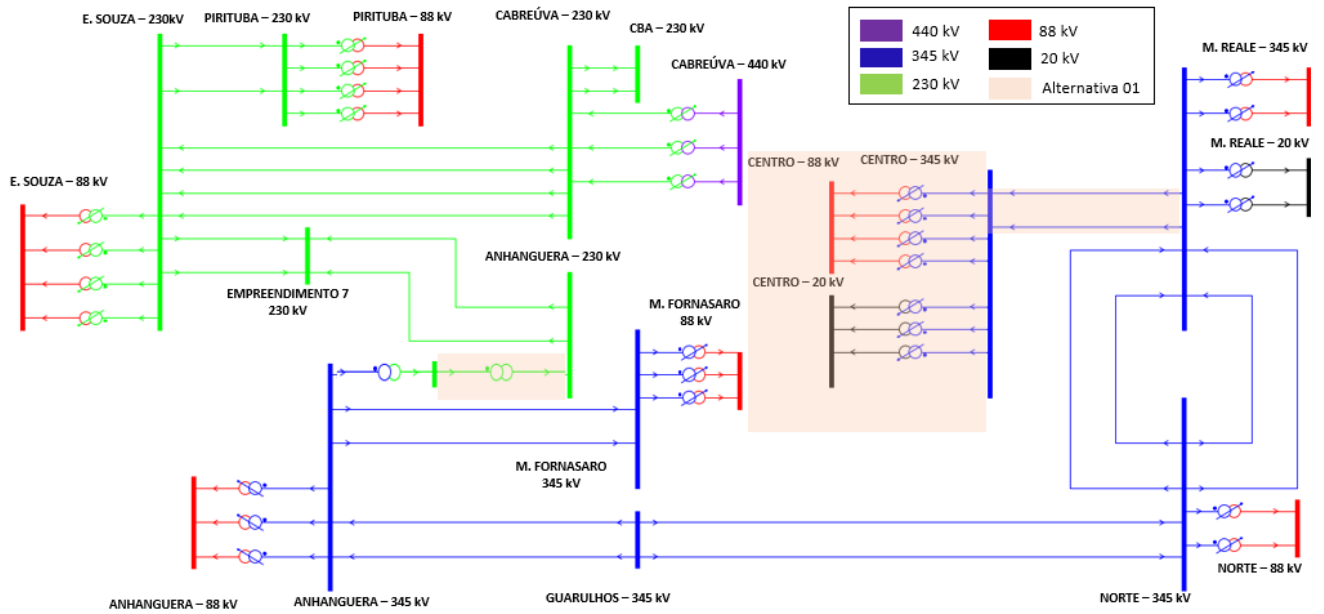


Figura 6-1 – Diagrama da Alternativa 1

6.3 Alternativa 2

A Alternativa 2 é a construção da LT 345 kV Milton Fornasaro – Centro CTR. A LT possui aproximadamente 12,6 km de extensão, com cabos isolados subterrâneos em circuito duplo e 442/750 MVA de capacidade cada um.

As obras são indicadas na Figura 6-1 e são detalhadas a seguir:

- LT 345 kV Milton Fornasaro – Centro CTR, Circuito Duplo, subterrânea, 12,6 km (2028)

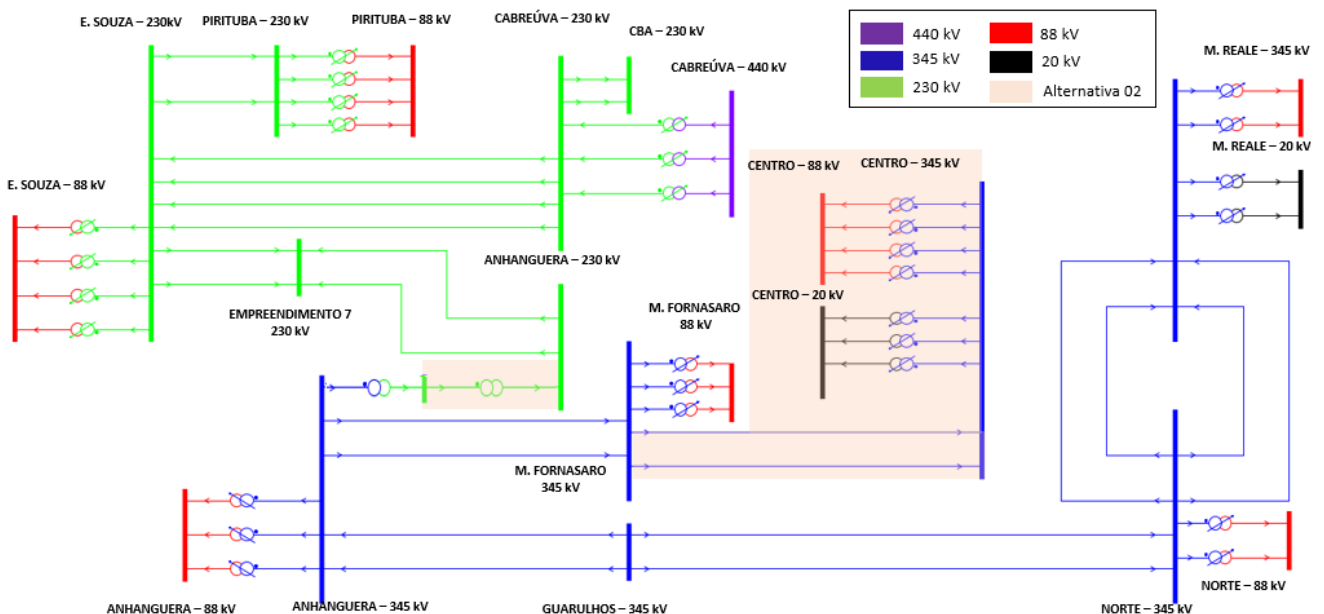


Figura 6-1 – Diagrama da Alternativa 2

6.4 Alternativa 3

A Alternativa 3 é o seccionamento de um dos circuitos subterrâneos da LT 345 kV Norte – Miguel Reale. Tendo em vista a complexidade de acesso para seccionamento no trecho em túnel, foi considerado como ponto de seccionamento o trecho da LT em vala mais próximo da SE Centro. Com isso, o novo trecho de LT 345 kV possui aproximadamente 6,3 km de extensão, composto por cabos isolados subterrâneos em circuito duplo. As obras são indicadas na Figura 6-2 e são detalhadas a seguir:

- Seccionamento de um circuito da LT 345 kV Norte – Miguel Reale para a SE Centro CTR, Circuito Duplo, subterrânea, 6,3 km (2028)

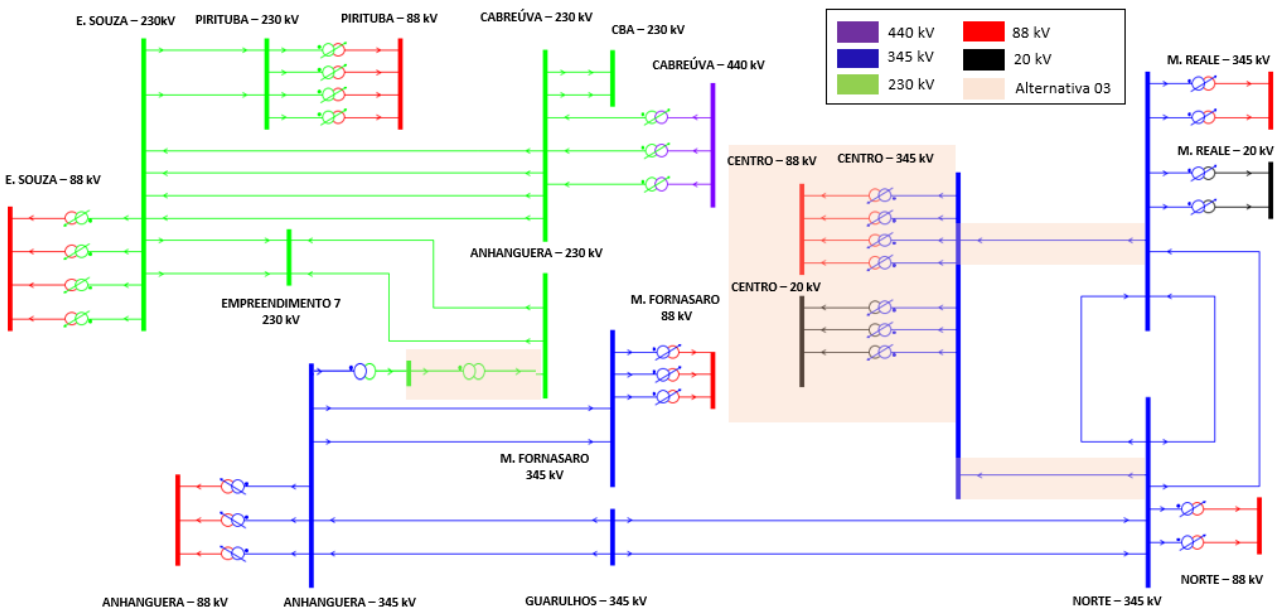


Figura 6-2 – Diagrama da Alternativa 3

7 ANÁLISE ECONÔMICA

A estimativa dos custos relacionados às obras propostas para as alternativas foi realizada com base nos critérios descritos no Capítulo 4. O detalhamento dos investimentos é apresentado no Anexo A.

7.1 Comparação Econômica

As tabelas a seguir indicam, respectivamente, os rendimentos necessários dos investimentos, o diferencial de custos de perdas elétricas e os custos totais associados a cada alternativa para efeitos de comparação.

Tabela 7-1 – Comparação dos Custos de Investimento das alternativas

Rendimentos Necessários			
Alternativa	Custos (R\$ x 1000)	(%)	Ordem
Alternativa 1	130.064,24	102,1%	2º
Alternativa 2	224.450,90	176,2%	3º
Alternativa 3	127.367,62	100,0%	1º

Tabela 7-2 – Custo Diferencial de Perdas das alternativas

Perdas			
Alternativa	Custos (R\$ x 1000)	Diferencial	Ordem
Alternativa 1	65.849.347,74	0,00	1º
Alternativa 2	65.857.891,60	8.543,86	3º
Alternativa 3	65.850.186,02	838,28	2º

Tabela 7-3 – Comparação Econômica das alternativas

Rendimentos Necessários + Perdas			
Alternativa	Custos (R\$ x 1000)	(%)	Ordem
Alternativa 1	130.064,24	101,4%	2º
Alternativa 2	232.994,76	181,7%	3º
Alternativa 3	128.205,91	100,0%	1º

7.2 Discussão dos Resultados

Conforme pode ser visto na Tabela 7-3 – Comparação Econômica das alternativas, a Alternativa 3 é a que apresenta menor custo global, porém a alternativa 1 ficou dentro da margem de 5%, caracterizando um empate técnico-econômico.

Considerando o contexto de empate na comparação econômica, entre as alternativas 1 e 3, foi ponderado um maior risco de implantação para a alternativa 3. A percepção de um risco maior é baseada no ineditismo do seccionamento de circuitos subterrâneos da Rede Básica, além do fato dos circuitos a serem seccionados (LT 345 kV Norte – Miguel Reale C3 e C4) ainda estarem em fase de implantação. Diante deste cenário, a Alternativa 1 é a solução recomendada neste estudo.

8 ANÁLISE DE DESEMPENHO EM REGIME PERMANENTE

Essa etapa tem por objetivo mostrar o desempenho da alternativa vencedora, comprovando que os problemas verificados na etapa de diagnóstico foram solucionados em todo o horizonte do estudo, que vai até 2036.

Nos itens seguintes são apresentadas as tabelas com os resultados das simulações destacando os itens com problemas identificados no diagnóstico e o estado das novas instalações.

8.1 Condições normais

No que tange o perfil de tensão, não se constatou impacto na tensão da região de interesse.

Os destaques de carregamento no sistema de transmissão apresentado no diagnóstico em condição normal eram as transformações 440/230 kV de Cabreúva, bem como as LT 230 kV Cabreúva – Edgar de Souza, LT 230 kV Anhanguera – Edgar de Souza. A Tabela 8-1, apresenta uma redução desses e de outros carregamentos. Os pontos de atenção com carregamento mais elevado no fim do horizonte são as transformações de 500/440 kV da SE Fernão Dias, Santo Ângelo e Embu-Guaçu, que serão objeto de estudos no âmbito do GET-SP.

Os resultados da Tabela 8-1 contemplam o ajuste de potência do transformador defasador, trifásico, 230/230 kV em 400 MW, isto é, o dispositivo opera em aproximadamente 80% de sua capacidade de regime normal (500 MVA), para controle da intensidade dos fluxos da rede de 345 kV para 230 kV.

Tabela 8-1 – Desempenho do sistema com Alternativa 1 – Condição normal – Fluxo

LINHAS E TRAFOS	NC/LIM	2028		2029		2030		2031		2032		2033		2034		2035		2036	
	NC	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar
	LIM.	%		%		%		%		%		%		%		%		%	
CABREU-SP230	1	214	73	235	89	259	97	273	102	284	109	309	108	309	108	322	104	329	110
E.SOUZ-SP230	383	58%		64%		71%		75%		78%		84%		84%		87%		89%	
CABREU-SP230	2	214	73	235	89	259	97	273	102	284	109	309	108	309	108	322	104	329	110
E.SOUZ-SP230	383	58%		64%		71%		75%		78%		84%		84%		87%		89%	
CABREU-SP230	3	214	73	235	89	259	97	273	102	284	109	309	108	309	108	322	105	329	111
E.SOUZ-SP230	383	58%		64%		71%		75%		78%		84%		84%		87%		89%	
CABREU-SP230	4	213	71	233	88	257	95	271	100	282	107	306	106	306	106	319	102	327	108
E.SOUZ-SP230	383	57%		64%		70%		74%		77%		83%		83%		86%		88%	
BJARDI-SP440	1	-1286	34	-1256	5	-1291	13	-1315	-46	-1343	-48	-1343	27	-1343	27	-1367	24	-1375	13
F.DIAS-SP440	2030	64%		62%		64%		65%		66%		66%		66%		68%		68%	
ANHANG-SP230	1	200	-10	200	-1	200	4	200	10	200	11	200	42	200	42	200	27	200	24
E.SOUZ-SP230	324	62%		62%		62%		62%		62%		64%		64%		63%		63%	
ANHANG-SP230	2	200	-10	200	-1	200	4	200	10	200	11	200	42	200	42	200	27	200	24
E.SOUZ-SP230	324	62%		62%		62%		62%		62%		64%		64%		63%		63%	

LINHAS E TRAFOS	NC/LI	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
	M	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar
	LIM.	%	%	%	%	%	%	%	%	%
NORDES-SP345	1	267 75	272 78	256 60	261 62	266 55	276 61	276 61	282 62	282 63
NORDSA-SP088	400	69%	71%	66%	68%	69%	70%	70%	72%	73%
NORDES-SP345	2	260 73	265 76	249 58	254 61	259 53	269 59	269 59	274 61	275 61
NORDSA-SP088	400	68%	69%	64%	66%	67%	68%	68%	71%	71%
NORDES-SP345	3	266 75	272 78	255 60	260 62	265 55	276 61	276 61	281 62	282 63
NORDSA-SP088	400	69%	71%	66%	67%	68%	70%	70%	72%	73%
CABREU-SP230	1	-367 -58	-394 -80	-426 -90	-444 -97	-459 -106	-492 -105	-492 -105	-509 -100	-520 -108
CABRE2-SP440	750	49%	53%	57%	59%	62%	66%	66%	68%	69%
CABREU-SP230	2	-367 -58	-394 -80	-426 -90	-444 -97	-459 -106	-492 -105	-492 -105	-509 -100	-520 -108
CABRE2-SP440	750	49%	53%	57%	59%	62%	66%	66%	68%	69%
CABREU-SP230	3	-367 -58	-394 -80	-426 -90	-444 -97	-459 -106	-492 -105	-492 -105	-509 -100	-520 -108
CABRE2-SP440	750	49%	53%	57%	59%	62%	66%	66%	68%	69%
F.DIAS-SP500	1	1074 165	1078 163	1118 170	1149 209	1171 225	1202 139	1202 139	1230 168	1238 184
F.DIAS-SP440	1200	88%	89%	93%	96%	99%	99%	99%	102%	103%
F.DIAS-SP500	2	1074 165	1078 163	1118 170	1149 209	1171 225	1202 139	1202 139	1230 168	1238 184
F.DIAS-SP440	1200	88%	89%	93%	96%	99%	99%	99%	102%	103%
F.DIAS-SP500	3	1074 165	1078 163	1118 170	1149 209	1171 225	1202 139	1202 139	1230 168	1238 184
F.DIAS-SP440	1200	88%	89%	93%	96%	99%	99%	99%	102%	103%
S.ANGE-SP345	1	-393 202	-422 195	-425 202	-455 176	-470 172	-480 211	-506 223	-525 219	-532 217
SANGEL-SP440	750	58%	61%	62%	65%	67%	69%	73%	75%	76%
S.ANGE-SP345	2	-393 202	-422 195	-425 202	-455 176	-470 172	-480 211	-506 223	-525 219	-532 217
SANGEL-SP440	750	58%	61%	62%	65%	67%	69%	73%	75%	76%
EMBU---SP345	1	-343 -151	-385 -141	-405 -106	-434 -116	-455 -96	-463 -68	-501 -52	-534 -13	-542 -8
EMBU---SP440	750	49%	53%	55%	59%	61%	61%	65%	69%	70%
EMBU---SP345	2	-343 -151	-385 -141	-405 -106	-434 -116	-455 -96	-463 -68	-501 -52	-534 -13	-542 -8
EMBU---SP440	750	49%	53%	55%	59%	61%	61%	65%	69%	70%
MREALE-SP345	1	197 -16	199 -15	201 -15	204 -14	206 -13	208 -13	211 -13	213 -12	216 -11
CENTRO-SP345	442	44%	44%	45%	45%	46%	46%	47%	47%	48%
MREALE-SP345	2	197 -16	199 -15	201 -15	204 -14	206 -13	208 -13	211 -13	213 -12	216 -11
CENTRO-SP345	442	44%	44%	45%	45%	46%	46%	47%	47%	48%

8.2 Condição de Emergência

No que diz respeito ao perfil de tensão, não se constatou impacto na tensão da região de interesse.

Por fim, a Tabela 8-2 apresenta os carregamentos esperados em situações de emergência, agora com a redução de violações por conta das obras da alternativa vencedora. Assim como no resultado da avaliação em condição normal, o destaque nessa tabela é o carregamento dos transformadores não substituído de 440/345 kV em Embu Guaçu e Santo Ângelo que apresentam violação, indicando a necessidade de solução estrutural, a ser recomendada na Parte 2 do estudo.

Tabela 8-2 – Desempenho do sistema com Alternativa 1 – Condição de emergência – Fluxo

CONTINGÊNCIA	LINHAS E TRAFOS	NC LIM.	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
			MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
TR 440/345 KV - EMBU-GUAÇU	CAMPIN-SP345	1	631 -91	645 -104	658 -128	685 -130	699 -150	738 -236	738 -236	755 -226	755 -226	
	GUARUL-SP345	1075	60%	61%	64%	66%	68%	75%	75%	77%	77%	
	CABREU-SP230	1	215 75	235 91	259 99	273 104	285 111	309 110	309 110	322 106	322 106	
	E.SOUZ-SP230	531	42%	47%	51%	54%	56%	60%	60%	63%	63%	
	CABREU-SP230	2	215 75	235 91	259 99	273 104	285 111	309 110	309 110	322 106	322 106	
	E.SOUZ-SP230	498	45%	50%	55%	57%	60%	64%	64%	67%	67%	
	CABREU-SP230	3	215 75	235 91	259 99	273 105	285 111	309 110	309 110	322 106	322 106	
	E.SOUZ-SP230	498	45%	50%	55%	57%	60%	64%	64%	67%	67%	
	CABREU-SP230	4	213 74	234 90	257 97	271 103	282 109	306 108	306 108	319 104	319 104	
	E.SOUZ-SP230	531	41%	46%	51%	53%	56%	60%	60%	62%	62%	
	ANHANG-SP345	1	200 -13	200 -5	200 1	200 7	200 8	200 39	200 39	200 24	200 24	
	E.SOUZ-SP230	445	45%	45%	45%	45%	45%	46%	46%	46%	46%	
	ANHANG-SP345	2	200 -13	200 -5	200 1	200 7	200 8	200 39	200 39	200 24	200 24	
	E.SOUZ-SP230	445	45%	45%	45%	45%	45%	46%	46%	46%	46%	
EMBU---SP345	2	-555 -245	-624 -233	-657 -180	-705 -197	-739 -165	-804 -70	-804 -70	-869 -32	-869 -32		
EMBU---SP440	825	72%	79%	81%	87%	90%	95%	95%	103%	103%		
CABREU-SP230	1	-367 -61	-395 -83	-426 -93	-445 -100	-460 -108	-492 -107	-492 -107	-510 -102	-510 -102		
CABRE2-SP440	796	46%	50%	54%	56%	58%	62%	62%	64%	64%		
CABREU-SP230	2	-367 -61	-395 -83	-426 -93	-445 -100	-460 -108	-492 -107	-492 -107	-510 -102	-510 -102		
CABRE2-SP440	796	46%	50%	54%	56%	58%	62%	62%	64%	64%		
CABREU-SP230	3	-367 -61	-395 -83	-426 -93	-445 -100	-460 -108	-492 -107	-492 -107	-510 -102	-510 -102		
CABRE2-SP440	825	44%	48%	52%	54%	56%	60%	60%	62%	62%		
TR 440/345 KV - SANTO ANGELO	CAMPIN-SP345	1	630 -96	643 -109	656 -134	683 -135	697 -155	735 -241	735 -241	751 -231	751 -231	
	GUARUL-SP345	1075	60%	61%	64%	66%	68%	75%	75%	77%	77%	
	ANHANG-SP230	1	200 -8	200 -0	200 5	200 11	200 12	200 44	200 44	200 28	200 28	
	E.SOUZ-SP230	445	45%	45%	45%	45%	45%	46%	46%	46%	46%	
	ANHANG-SP230	2	200 -8	200 -0	200 5	200 11	200 12	200 44	200 44	200 28	200 28	
E.SOUZ-SP230	445	45%	45%	45%	45%	45%	46%	46%	46%	46%		
S.ANGE-SP345	2	-640 317	-686 307	-691 318	-740 276	-763 270	-816 405	-816 405	-854 350	-854 350		
SANGEL-SP440	825	85%	90%	91%	95%	98%	108%	108%	111%	111%		
TR 440/230 KV - CABREÚVA	CABREU-SP230	2	-545 -81	-586 -114	-633 -128	-661 -138	-683 -150	-732 -149	-732 -149	-757 -141	-774 -163	
	CABRE2-SP440	796	68%	74%	80%	84%	87%	93%	93%	95%	99%	
	CABREU-SP230	3	-545 -81	-586 -114	-633 -128	-661 -138	-683 -150	-732 -149	-732 -149	-757 -141	-774 -163	
	CABRE2-SP440	825	66%	71%	77%	81%	84%	89%	89%	92%	96%	
TR 345/230 KV - ANHANGUERA	CABREU-SP230	1	309 75	330 96	353 107	367 115	379 124	403 145	403 145	416 132	424 138	
	E.SOUZ-SP230	531	59%	64%	69%	72%	74%	81%	81%	82%	83%	
	CABREU-SP230	2	309 75	330 96	353 107	367 115	379 124	403 145	403 145	416 132	424 138	
	E.SOUZ-SP230	498	63%	68%	73%	76%	79%	86%	86%	87%	89%	
	CABREU-SP230	3	309 75	330 96	353 107	367 115	379 124	403 145	403 145	416 132	424 138	
	E.SOUZ-SP230	498	63%	68%	73%	76%	79%	86%	86%	87%	89%	

CONTINGÊNCIA	LINHAS E TRAFOS	NC LIM.	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
			MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	CABREU-SP230	4	306 73	327 94	350 105	364 113	376 121	400 143	400 143	413 129	421 135	
	E.SOUZ-SP230	531	58%	63%	68%	71%	73%	80%	80%	81%	83%	
	BJARDI-SP440	1	-1335 35	-1305 1	-1339 6	-1363 -56	-1391 -59	-1388 -6	-1388 -6	-1413 1	-1421 -10	
	F.DIAS-SP440	2030	66%	65%	66%	68%	69%	70%	70%	70%	71%	
	ANHANG-SP230	1	-83 -25	-106 -32	-128 -40	-150 -47	-171 -54	-216 -69	-216 -69	-237 -76	-250 -80	
	E.SOUZ-SP230	445	20%	25%	31%	36%	42%	53%	53%	58%	61%	
	ANHANG-SP230	2	-83 -25	-106 -32	-128 -40	-150 -47	-171 -54	-216 -69	-216 -69	-237 -76	-250 -80	
	E.SOUZ-SP230	445	20%	25%	31%	36%	42%	53%	53%	58%	61%	
	CABREU-SP230	1	-492 -60	-520 -89	-551 -104	-570 -116	-585 -126	-617 -157	-617 -157	-635 -139	-646 -146	
	CABRE2-SP440	796	61%	65%	69%	72%	74%	80%	80%	81%	83%	
	CABREU-SP230	2	-492 -60	-520 -89	-551 -104	-570 -116	-585 -126	-617 -157	-617 -157	-635 -139	-646 -146	
	CABRE2-SP440	796	61%	65%	69%	72%	74%	80%	80%	81%	83%	
	CABREU-SP230	3	-492 -60	-520 -89	-551 -104	-570 -116	-585 -126	-617 -157	-617 -157	-635 -139	-646 -146	
	CABRE2-SP440	1	59%	63%	67%	70%	72%	77%	77%	78%	80%	
	F.DIAS-SP500	1	1084 167	1088 166	1128 174	1158 214	1180 231	1210 156	1210 156	1238 179	1246 195	
	F.DIAS-SP440	1440	74%	75%	78%	81%	83%	83%	83%	86%	87%	
F.DIAS-SP500	2	1084 167	1088 166	1128 174	1158 214	1180 231	1210 156	1210 156	1238 179	1246 195		
F.DIAS-SP440	1440	74%	75%	78%	81%	83%	83%	83%	86%	87%		
F.DIAS-SP500	3	1084 167	1088 166	1128 174	1158 214	1180 231	1210 156	1210 156	1238 179	1246 195		
F.DIAS-SP440	1440	74%	75%	78%	81%	83%	83%	83%	86%	87%		
LT 345 KV ANHANGUERA - GUARULHOS C	EMBU---SP345	1	489 177	522 163	548 121	574 117	598 97	653 81	653 81	686 19	696 21	
	INTERL-SP345	1103	46%	49%	50%	52%	54%	58%	58%	61%	63%	
	EMBU---SP345	2	489 177	522 163	548 121	574 117	598 97	653 81	653 81	686 19	696 21	
	INTERL-SP345	1103	46%	49%	50%	52%	54%	58%	58%	61%	63%	
	CABREU-SP230	1	214 77	235 92	259 100	273 105	284 111	308 111	308 111	321 106	329 18	
	E.SOUZ-SP230	531	42%	47%	51%	54%	56%	61%	61%	63%	66%	
	CABREU-SP230	2	214 77	235 92	259 100	273 105	284 111	308 111	308 111	321 106	329 18	
	E.SOUZ-SP230	498	45%	50%	55%	58%	60%	65%	65%	67%	70%	
	CABREU-SP230	3	214 77	235 92	259 100	273 105	284 111	308 111	308 111	321 106	329 18	
	E.SOUZ-SP230	498	45%	50%	55%	58%	60%	65%	65%	67%	70%	
	CABREU-SP230	4	212 76	233 91	256 98	270 103	282 109	306 109	306 109	319 104	327 15	
	E.SOUZ-SP230	531	42%	46%	51%	53%	56%	60%	60%	62%	65%	
	BJARDI-SP440	1	-1289 34	-1260 1	-1295 8	-1319 -51	-1347 -53	-1389 -36	-1347 20	-1371 19	-1386 -20	
	F.DIAS-SP440	2030	64%	62%	64%	65%	67%	69%	67%	68%	69%	
	ANHANG-SP230	1	116 -46	94 -44	72 -46	50 -47	28 -53	-16 -38	-16 -38	-38 -58	-51 73	
	E.SOUZ-SP230	445	28%	24%	19%	16%	14%	9%	9%	16%	20%	
ANHANG-SP230	2	116 -46	94 -44	72 -46	50 -47	28 -53	-16 -38	-16 -38	-38 -58	-51 73		
E.SOUZ-SP230	445	28%	24%	19%	16%	14%	9%	9%	16%	20%		
CABREU-SP230	1	-366 -64	-394 -84	-425 -94	-444 -101	-459 -109	-492 -110	-492 -110	-509 -103	-520 117		
CABRE2-SP440	796	46%	50%	54%	56%	58%	62%	62%	64%	67%		
CABREU-SP230	2	-366 -64	-394 -84	-425 -94	-444 -101	-459 -109	-492 -110	-492 -110	-509 -103	-520 117		
CABRE2-SP440	796	46%	50%	54%	56%	58%	62%	62%	64%	67%		
CABREU-SP230	3	-366 -64	-394 -84	-425 -94	-444 -101	-459 -109	-492 -110	-492 -110	-509 -103	-520 117		
CABRE2-SP440	825	44%	48%	52%	54%	56%	60%	60%	62%	65%		

CONTINGÊNCIA	LINHAS E TRAFOS	NC LIM.	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	
			MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
LT 345 KV INTERLAGOS - EMBU-GUAÇU C1	EMBU---SP345	2	662 258	715 240	753 179	792 172	829 144	910 116	910 116	961 31	969 21	
	INTERL-SP345	1103	63%	67%	68%	72%	75%	80%	80%	85%	88%	
	CABREU-SP230	1	214 74	235 91	259 99	273 104	284 110	331 110	309 118	322 106	326 96	
	E.SOUZ-SP230	531	42%	47%	51%	54%	56%	64%	61%	63%	64%	
	CABREU-SP230	2	214 74	235 91	259 99	273 104	284 110	331 110	309 118	322 106	326 96	
	E.SOUZ-SP230	498	45%	50%	55%	57%	60%	68%	65%	67%	68%	
	CABREU-SP230	3	214 74	235 91	259 99	273 104	284 110	331 110	309 118	322 106	326 96	
	E.SOUZ-SP230	498	45%	50%	55%	57%	60%	68%	65%	67%	68%	
	CABREU-SP230	4	213 73	233 90	257 97	271 102	282 108	328 108	306 115	319 104	323 94	
	E.SOUZ-SP230	531	41%	46%	51%	53%	56%	64%	60%	62%	63%	
	ANHANG-SP230	1	116 -41	94 -41	72 -42	50 -43	28 -50	-69 -34	-16 -48	-38 -55	-51 -59	
	E.SOUZ-SP230	445	28%	23%	19%	15%	13%	18%	11%	15%	17%	
	ANHANG-SP230	2	116 -41	94 -41	72 -42	50 -43	28 -50	-69 -34	-16 -48	-38 -55	-38 -55	
	E.SOUZ-SP230	445	28%	23%	19%	15%	13%	18%	11%	15%	17%	
LT 230 KV CABREÚVA - EDGARD DE SOUZA C4	CABREU-SP230	1	-367 -60	-394 -82	-426 -93	-445 -99	-460 -108	-521 -107	-492 -117	-509 -102	-520 -112	
	CABRE2-SP440	796	46%	50%	54%	56%	58%	65%	62%	64%	67%	
	CABREU-SP230	2	-367 -60	-394 -82	-426 -93	-445 -99	-460 -108	-521 -107	-492 -117	-509 -102	-520 -112	
	CABRE2-SP440	796	46%	50%	54%	56%	58%	65%	62%	64%	67%	
	CABREU-SP230	3	-367 -60	-394 -82	-426 -93	-445 -99	-460 -108	-521 -107	-492 -117	-509 -102	-520 -112	
	CABRE2-SP440	825	44%	48%	52%	54%	56%	63%	60%	62%	64%	
ANhang- SP230 - E.SOUZ-SP230 C1	CAMPIN-SP345	1	623 -92	636 -107	649 -131	676 -132	689 -152	727 -238	727 -238	743 -228	747 -231	
	GUARUL-SP345	1075	59%	61%	63%	65%	67%	74%	74%	72%	73%	
	CABREU-SP230	1	282 96	310 116	341 127	360 134	375 142	407 143	407 143	424 139	435 151	
	E.SOUZ-SP230	531	55%	61%	67%	71%	74%	80%	80%	82%	86%	
	CABREU-SP230	2	282 96	310 116	341 127	360 134	375 142	407 143	407 143	424 139	435 151	
E.SOUZ-SP230	498	59%	65%	72%	76%	79%	85%	85%	88%	92%		
ANhang- SP230 - E.SOUZ-SP230 C1	CABREU-SP230	3	282 96	310 116	341 127	360 134	375 142	407 144	407 144	424 139	435 151	
	E.SOUZ-SP230	498	59%	65%	72%	76%	79%	85%	85%	88%	92%	
LT345 KV CENTRO - MIGUEL REALE C1	ANHANG-SP230	2	232 -72	188 -72	144 -76	100 -78	56 -90	-137 -59	-32 -87	-76 -102	-101 -115	
	E.SOUZ-SP230	445	55%	46%	37%	29%	24%	34%	21%	29%	35%	
MREALE-SP345	MREALE-SP345	2	394 10	398 11	403 13	407 14	412 15	417 16	421 -57	427 19	431 61	
	CENTRO-SP345	750	52%	52%	53%	53%	54%	54%	56%	56%	58%	

9 CURTO-CIRCUITO

O conhecimento dos níveis de curto-circuito previstos nas instalações é uma informação fundamental para o dimensionamento dos equipamentos a serem aplicados na expansão do sistema elétrico, bem como para identificar possíveis superações de equipamentos dentro do horizonte estudado.

Para verificar o impacto da solução recomendada na magnitude das correntes de curto-circuito, foram analisadas as correntes de curto-circuito trifásicas e monofásicas nos barramentos de subestações na região de interesse, no ano de 2026, antes de obras da alternativa recomendada, e após a implementação das obras da alternativa.

Foi utilizada a base de dados para estudos de curto-circuito – PAR ciclo 2022/2026 caso base BR2612PE [4].

Tabela 9-1 – Níveis de Curto-Circuito Máximo antes das obras

Identificação		Antes das obras					
Subestação	kV	3Φ (kA)	3Φ (x/r)	1Φ (kA)	1Φ (x/r)	2Φ (kA)	2Φ (x/r)
CENTRO	230	15,36	11,93	17,17	9,92	16,79	10,48
CENTRO	88	18,48	19,19	5,73	92,92	16,18	20,29
CENTRO	20	12,03	38,55	0,76	920,40	10,42	38,96
ANHANGUERA	345	40,38	15,95	38,50	11,31	40,33	13,47
ANHANGUERA	230	25,01	12,65	26,93	11,10	26,45	11,63
MIGUEL REALE	345	44,63	13,56	53,11	10,28	52,08	10,78
MIGUEL REALE	88	31,63	36,25	16,47	104,74	28,07	40,06
MIGUEL REALE	20	7,43	45,91	0,00	1,00	6,43	45,91

A tabela anterior apresenta a simulação dos níveis de curto-circuito antes na inserção das obras da alternativa 1, enquanto a tabela a seguir mostra os níveis de curto-circuito após a entrada das soluções recomendadas.

Tabela 9-2 – Níveis de Curto-Circuito Máximo após as obras

Identificação		Após as obras					
Subestação	kV	3Φ (kA)	3Φ (x/r)	1Φ (kA)	1Φ (x/r)	2Φ (kA)	2Φ (x/r)
CENTRO	345	39,34	14,00	41,86	10,62	41,67	11,78
CENTRO	88	28,04	29,80	6,17	203,41	24,40	30,98
CENTRO	20	12,67	44,15	0,76	1107,64	10,98	44,60
ANHANGUERA	345	40,38	15,95	38,14	11,23	40,18	13,46
ANHANGUERA	230	25,01	12,65	25,37	11,95	25,33	12,26
MIGUEL REALE	345	44,63	13,56	53,86	10,65	52,70	11,01
MIGUEL REALE	88	31,63	36,25	16,47	104,74	28,07	40,06
MIGUEL REALE	20	7,43	45,91	0,00	1,00	6,43	45,91

Após as obras, a subestação Centro continuará alimentada radialmente, desta vez conectada a SE Miguel Reale. Esta configuração faz com que os níveis de curto-circuito não se alterem nas demais barras do sistema. Somente a Subestação Centro, quando conectada ao sistema de 345 kV, apresentará um aumento significativo, superando 41 kA de corrente de curto-circuito em seu barramento de 345 kV.

O anexo 2/06 do lote 6 do leilão de transmissão ANEEL nº 002/2022 [5], referente às características e requisitos técnicos específicos da obra de modernização e adequação da SE Centro, determina a utilização de equipamentos com capacidade de suportar correntes de curto-circuito de até 63 kA no setor de 345 kV da subestação. Dessa forma, este estudo não verifica a necessidade de substituições de equipamentos de rede básica devido a elevação no nível de curto-circuito.

10 AVALIAÇÃO TÉCNICA DE LINHAS DE TRANSMISSÃO SUBTERRÂNEAS

Neste capítulo são apresentadas análises preliminares de dimensionamento visando definir as especificações básicas da Linha de Transmissão Subterrânea (LTS) listada abaixo:

- LTS 345 kV Miguel Reale – Centro CTR, C1 e C2, em circuito duplo (CD), de cerca de 5,1 km de comprimento

Os resultados obtidos nas análises foram extraídos diretamente do programa CYMCAP, desenvolvido pela CYME [6].

10.1 Dados e Premissas

Na Tabela 10-1 estão apresentados os principais parâmetros ambientais considerados. Para estimar a temperatura do solo, foi utilizado o modelo matemático proposto em [7]. Para tanto, considerou-se uma difusividade térmica de $0,4 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ [8] e a série de temperaturas médias diárias, no período de 2014 a 2023, da estação de medição localizada em São Paulo (Mirante)/SP [9]. Na Figura 10-1 pode-se observar o comportamento da estimativa da temperatura máxima do solo em função da profundidade. Notar que esses parâmetros são preliminares e deverão ser revistos na etapa de projeto.

Tabela 10-1 Dados do ambiente

Temperatura do solo [°C]	Resistividade térmica do solo [°C.m/W]	Resistividade térmica do <i>backfill</i> [°C.m/W]
26	1,2	1,0

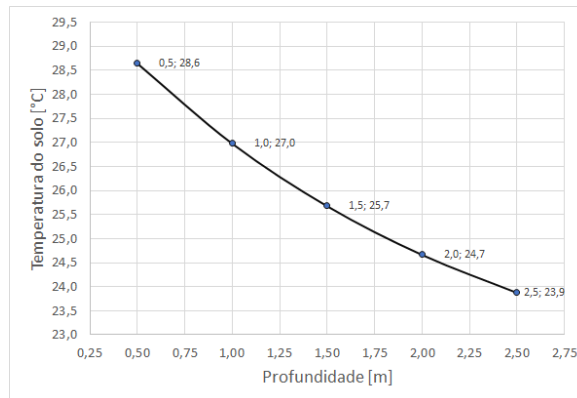


Figura 10-1 – Estimativa da temperatura máxima do solo em função da profundidade

A Tabela 10-2 apresenta os carregamentos máximos verificados nos estudos de fluxo de potência em condição normal de operação (N), em contingência simples (N-1), e em contingência dupla (N-2), além do fator de carga em condição normal. Ressalta-se que estes valores foram tabelados por circuito, conforme apresentado no capítulo 8.

¹ O modelo representa a variação anual da temperatura do solo de forma senoidal. Assim, os valores apresentados, para cada profundidade, correspondem aos picos máximos dentre os 10 períodos anuais considerados (2014 a 2023).

Tabela 10-2 – Dados do sistema – Fluxos máximos observados para diferentes condições de operação

Linha de Transmissão	Fluxo em N ⁽¹⁾ [MVA]	Fator de carga em N [p.u.]	Fluxo em N-1 ⁽¹⁾ [MVA]	Fluxo em N-2 ⁽¹⁾ [MVA]
LTS 345 kV Miguel Reale – Centro CTR, C1 e C2	380	0,85	749 ⁽²⁾	549 ⁽³⁾

⁽¹⁾ Fluxos verificados à tensão nominal.

⁽²⁾ Fluxo resultante da contingência de elemento instalado no mesmo local (vala, túnel etc).

⁽³⁾ Fluxo resultante da contingência de elemento instalado em local distinto dos cabos.

Adotou-se uma configuração de instalação com dois circuitos dispostos verticalmente. Na Figura 10-4 consta uma representação esquemática dessa configuração com as dimensões finais, na qual está representada a disposição geométrica dos cabos e do backfill. Embora eles pudessem ter sido considerados instalados em dutos preenchidos por material compactado, para efeito de cálculo considerou-se os cabos diretamente enterrados. Além disso, foram pressupostos cabos com material isolante tipo XLPE e esquema cross-bonding de aterramento das blindagens metálicas.

10.2 Critérios Para Definição das Capacidades de Corrente

A solução de referência deve ser tal que os condutores [10]

- i. Não atinjam uma temperatura maior que 90 °C em condição normal de operação e por um período de tempo indeterminado, considerando que eles possam transmitir, em regime cíclico dado o fator de carga, pelo menos o carregamento máximo verificado nos estudos de fluxo de potência.
- ii. Não atinjam uma temperatura maior que 90 °C em condição de emergência e por um período de 96 horas, considerando que eles possam transmitir continuamente pelo menos o carregamento máximo verificado nos estudos de fluxo de potência. Neste caso o fator de carga a ser considerado é unitário. Além disso, deve-se adotar como condição inicial a máxima temperatura obtida no item i.
- iii. Não atinjam uma temperatura maior que 90 °C em condição de emergência e por um período de 4 horas, considerando que eles possam transmitir continuamente pelo menos o carregamento máximo verificado nos estudos de fluxo de potência. Neste caso o fator de carga a ser considerado é unitário. Além disso, deve-se adotar como condição inicial a máxima temperatura obtida no item i.
- iv. Possam operar em toda a faixa de tensão, conforme estabelecido em [3] [11].

10.3 Simulações e Dimensionamento

10.3.1 Seleção das seções dos cabos

Com base nos dados, premissas e critérios apresentados, foram realizadas simulações com cabos distintos e os principais resultados estão dispostos na Tabela 10-3. O cabo de alumínio 1600 mm² é o cabo de menor bitola que atende aos cenários dimensionadores e aos critérios definidos e, por razões técnicas e econômicas, será recomendado para a solução de referência da LTS 345 kV em estudo.

Tabela 10-3 – Temperatura do condutor para diferentes cabos e condições de operação

Linha de Transmissão	Cabo	Temperatura [°C]		
		N	N-1 (96 h)	N-2 (4 h)
LTS 345 kV Miguel Reale – Centro CTR, C1 e C2	Al 1600 mm ²	52,8	83,3	59,3
	Al 2000 mm ²	49,1	72,2	54,1

10.3.2 Definição das capacidades operativas

Visando especificar as capacidades de corrente da LTS, nesta seção são apresentados os resultados de simulações realizadas com o cabo selecionado. Neste caso, essas capacidades foram definidas para utilizar a sua ampacidade intrínseca, respeitando-se os dados, premissas e critérios definidos bem como os fluxos verificados na Tabela 10-2. Os valores finais a serem especificados estão apresentados na Tabela 10-4.

Embora a condição que resulta no maior fluxo em emergência é a perda de um dos circuitos (N-1) da própria LTS em estudo, visando uma maior flexibilidade operativa, as capacidades de corrente de 96 h e 4 h foram dimensionadas considerando ambos os circuitos em operação. A Figura 10-2 foi obtida a partir da aplicação de um degrau de carga de 1255 A – por 96 horas - em ambos os circuitos, considerando que eles já transmitiam 740 A em regime cíclico (fator de carga de 0,85 p.u.). A partir destas mesmas condições iniciais foi obtida a Figura 10-3, com a aplicação de um degrau de 1605 A – por 4 horas – em ambos os circuitos.

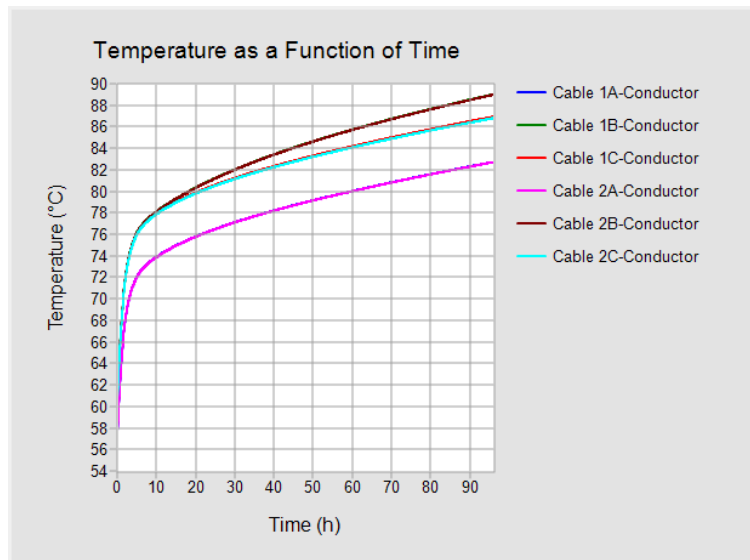


Figura 10-2 – Temperatura dos condutores da LTS 345 kV Miguel Reale – Centro CTR, C1 e C2, degrau de corrente por um período de 96 horas – 1255/740 A (fc 0,85 p.u.)

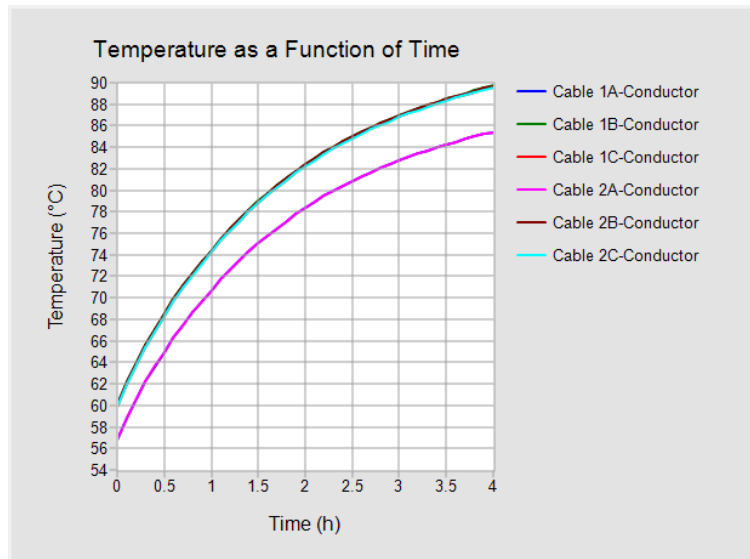


Figura 10-3 – Temperatura dos condutores da LTS 345 kV Miguel Reale – Centro CTR, C1 e C2, degrau de corrente por um período de 4 horas – 1605/740 A (fc 0,85 p.u.)

10.4 Características Técnicas da Solução de Referência

10.4.1 Características elétricas

Tendo em vista os resultados das análises realizadas, os parâmetros elétricos e capacidades de corrente especificadas estão sumarizados na Tabela 10-4.

Tabela 10-4 – Características elétricas básicas da LTS 345 kV Miguel Reale – Centro CTR, C1 e C2

Tipo	Condutor	Capacidade por circuito [A]			Parâmetros de sequência a 50 °C			
		Normal	Emerg. 96 horas	Emerg. 4 horas	seq.	r [Ω/km]	x [Ω/km]	b [μS/km]
2 Circuitos Verticais	Alumínio 1600 mm ²	740	1255	1605	+	0,0212	0,2465	73,24
					0	0,0885	0,0850	73,24
					mut.0	0,0010	0,0054	-

10.4.2 Características construtivas

Na Figura 10-4 está representada a disposição geométrica dos cabos e *backfill*. Já a Figura 10-5 apresenta os dados técnicos do cabo recomendado para a LTS em questão.

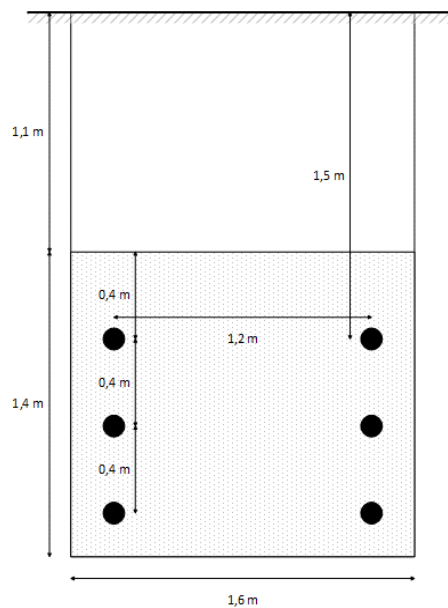


Figura 10-4 – Representação esquemática da instalação dos cabos da LTS 345 kV, C1 e C2

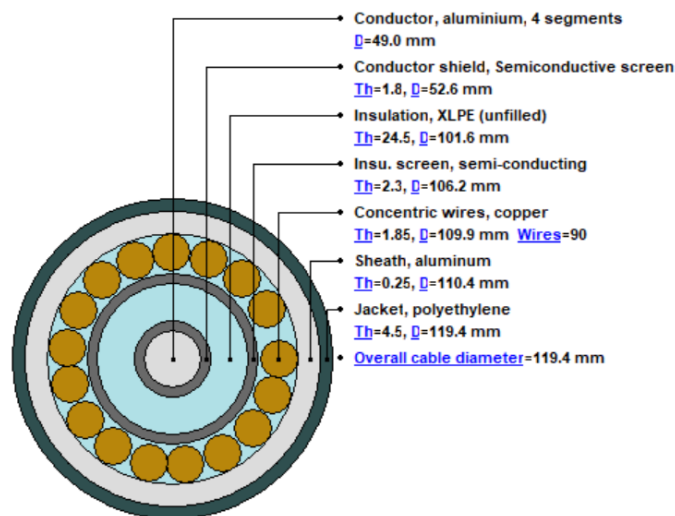


Figura 10-5 – Dados construtivos do cabo de alumínio 1600 mm² de 345 kV

Foi adotada uma permissividade relativa de 2,3 para o XLPE. A espessura da camada isolante foi calculada conforme prescrições de [12]. Já os fios de cobre da blindagem metálica foram dimensionados para suportar 63 kA de corrente de curto-circuito por, pelo menos, 0,4 s [13] [14]. Essa corrente corresponde à capacidade de interrupção simétrica dos novos disjuntores de 345 kV da SE Centro CTR, e esse tempo refere-se à condição de falha de proteção [3] [11]. Por fim, cabe destacar que essas características do cabo são referenciais, e deverão ser reavaliadas na etapa de projeto.

11 RECOMENDAÇÕES PARA RELATÓRIOS R2

Para cada instalação aplicável deste relatório R1 apresenta-se a seguir a recomendação quanto à elaboração ou dispensa de elaboração do relatório R2. As análises têm foco principal nas solicitações impostas pelos Transitórios Eletromagnéticos de Manobra (TEM) que fazem parte do escopo dos relatórios R2.

Essas recomendações levam em conta: (i) características de cada instalação avaliada e da elétrica adjacente; (ii) condicionantes impostos pelo sistema; (iii) análises de detalhamento realizadas neste relatório R1 (avaliação técnica de Linhas de Transmissão (LT)); e (iv) os resultados de relatórios R2 já realizados para instalações semelhantes [15] [16]

11.1 Linhas de Transmissão

Não foram identificadas LT com necessidade de elaboração de estudos de TEM nesta fase. Logo, recomenda-se a dispensa de elaboração dos relatórios R2 associados. Entretanto, sugere-se que, caso sejam identificadas nos estudos desenvolvidos nas etapas posteriores ao certame licitatório elevadas sobretensões e/ou energias nos para-raios de óxido metálico, bem como algum fenômeno de interação relevante entre a LT objeto dos estudos e a rede elétrica adjacente e/ou equipamentos, seja considerada a adoção de medidas mitigatórias para redução dos impactos dos TEM como, por exemplo, resistores de pré-inserção.

11.1.1 LT 345 kV Miguel Reale -Centro CTR, C1 e C2

LT subterrânea, circuito duplo, sem compensação reativa, com cerca de 5,1 km de extensão. Cumpre notar que já foram realizados estudos de TEM com LT similares na região [16] [15] e não foram encontradas dificuldades para a realização das manobras. Tendo em conta os resultados desses R2, e devido ao reduzido comprimento da nova LT, novos estudos de TEM não se justificam nesta fase de planejamento, logo **recomenda-se dispensar a elaboração do relatório R2.**

12 ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL

As avaliações socioambientais preliminares referentes às novas instalações de Rede Básica recomendadas neste estudo foram objeto da Nota Técnica EPE/DEA/SMA 005/2023 [17], que complementa e acompanha este documento.

13 REFERÊNCIAS

- [1] EPE, "EPE-DEE-RE-047/2019-rev0 – "Estudo de Atendimento à Região Metropolitana de São Paulo - Sub-regiões Norte, Leste e Sul", 2019.
- [2] Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos - CCPE, "– Volume II – Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão dos Sistemas de Transmissão," 2002.
- [3] ONS, "Premissas, Critérios e Metodologia para Estudos Elétricos - Submódulo 2.3," em *Procedimentos de Rede*, 2020.
- [4] EPE, "Base de dados para estudos de curto-circuito – PDE 2031," 2022. [Online].
- [5] ANEEL, https://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/editais_transmissao/documentos/Anexo_2-06_Lote%2006_Leil%C3%A3o%2002_2022_Final.pdf.
- [6] CYME, <http://www.cyme.com/software/cymcap/>.
- [7] D. Hillel, "Introduction to Soil Physics: 9 - Soil Temperature and Heat Flow. 1982."
- [8] IEC, "IEC 60853-2 - Calculation of the cyclic and emergency current rating of cables. Part 2: Cyclic rating of cables greater than 18/30 (36) kV and emergency ratings for cables of all voltages, 1989."
- [9] INMET, "Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. <https://bdmep.inmet.gov.br/>".
- [10] J. H. M. Almeida, D. S. Carvalho Jr., S. F. F. Lima, F. Schmidt e C. B. C. Carvalho, "Linhas De Transmissão Com Cabos Isolados De Alta E Extra Alta Tensão No Brasil: Uma Realidade Com Demanda Crescente – XXV SNPTEE, Novembro de 2019".
- [11] ONS, "Procedimentos de Rede – Submódulo 2.7 – Requisitos Mínimos Para Linhas de Transmissão," 2022.
- [12] AEIC, AEIC CS9-15 - Specification for extruded insulation power cables and their accessories rated above 46 kV through 345 kV. 2nd Edition, 2015.
- [13] IEC, IEC 60949 - Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects, 1998.
- [14] IEC, IEC 61443 Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages above 30 kV ($U_m = 36$ kV), 2008.
- [15] ISA-CTEEP, R2 - detalhamento Técnico da Alternativa de Referência - Empreendimentos: SE 345/88 kV São Miguel, LT 345 kV Norte - São Miguel C1/C2, LT 345 kV Ramon Reberte Filho - São Miguel C1/C2 - rev.1A, março de 2020.

- [16] ISA - CTEEP, R2 - detalhamento Técnico da Alternativa de Referência - Empreendimentos: SE 345/88 kV São Caetano do Sul, LT 345 kV Miguel Reale - São Caetano do Sul C1/C2, LT 345 kV Sul - São Caetano do Sul C1/C2 - rev.1, março de 2020.
- [17] EPE, "NT EPE/DEA/SMA 005/2023 - Análise Socioambiental do Estudo de Atendimento à Região Continental da Grande Florianópolis," 2023.
- [18] EPE, "EPE-DEE-RE-030/2021-rev0 - "Diagnóstico Regional Da Rede Elétrica – PDE 2030 - Volume VI – GET Sul", " 2021.
- [19] EPE, "EPE-DEE-NT-100/2018-rev0 - Transitórios eletromagnéticos de manobra em linhas de transmissão CA: experiência dos Relatórios R2," 2018.
- [20] INMET, "Normal Climatológico do Brasil 1991-2020: Temperatura Máxima.," [Online]. Available: <http://www.inmet.gov.br/portal/>.
- [21] EPE, "EPE-DEE-IT-045/2022 – Atualização dos Parâmetros Econômicos de Referência para os Estudos de Expansão da Transmissão do Ciclo de Planejamento 2022.".
- [22] CEPEL, <https://www.cepel.br/produtos/elektra/>.

14 EQUIPE TÉCNICA

EPE

Daniel José Tavares de Souza
Fabiano Schmidt
Fábio de Almeida Rocha
Paulo Fernando de Matos Araujo
Rodrigo Ribeiro Ferreira
Vanessa Stephan Lopes
Yan Lucas de Araújo Pinheiro

ISA CTEEP

Renato Guimarães Ribeiro
Adriano Ramos Campos
Felipe Ramalho Ferreira da Silva
Liamara de Fatima Ferreira
Marcelo Soares da Silva
Rodrigo Rozenblit Tiferes
Tales Barreto Silva
Thais De Souza Lopes
Thaiza Bull Patriani
Thiago Rodrigues Kleina Lima

ENEL

Acácio Ribeiro de Oliveira
Daniel Gomes da Silva
Giovani Zapparoli
Renato Moyses Ushijima
Wheslei de Paula Ribeiro

15 ANEXOS

15.1 Plano de Obras e Estimativa de Investimentos

Tabela 15-1 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 1

Descrição	Terminal	Ano	Qtde.	Fator	Custo Unitário (sem fator)	Custo da Alternativa (R\$ x 1000)			
						Custo Total	VP	Parcela Anual	RN
						308.644,97	230.626,92	27.416,14	130.064,24
SE 345/230 kV ANHANGUERA (Ampliação/Adequação)						64.005,08	50.809,30	5.685,41	30.284,34
1° e 2° TF 345/230 kV, 2 x 500 MVA 3Φ		2027	2,0	1,0	32002,54	64.005,08	50.809,30	5.685,41	30.284,34
LT 345 kV CENTRO CTR - MIGUEL REALE, C1 Subterrânea 1600mm2 (Nova)						157.363,41	115.666,80	13.978,19	64.182,93
Circuito Duplo 345 kV		2028	5,1	1,0	30855,57	157.363,41	115.666,80	13.978,19	64.182,93
LT 345 kV CENTRO CTR - MIGUEL REALE, C1 (Ampliação/Adequação)						43.638,24	32.075,41	3.876,27	17.798,48
EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo BD4	CENTRO CTR	2028	2,0	2,0	10909,56	43.638,24	32.075,41	3.876,27	17.798,48
LT 345 kV CENTRO CTR - MIGUEL REALE, C1 (Ampliação/Adequação)						43.638,24	32.075,41	3.876,27	17.798,48
EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo BD4	MIGUEL REALE	2028	2,0	2,0	10909,56	43.638,24	32.075,41	3.876,27	17.798,48

Tabela 15-2 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 2

Descrição	Terminal	Ano	Qtde.	Fator	Custo Unitário (sem fator)	Custo da Alternativa (R\$ x 1000)			
						Custo Total	VP	Parcela Anual	RN
						540.061,74	400.725,15	47.972,30	224.450,90
SE 345/230 kV ANHANGUERA (Ampliação/Adequação)						64.005,08	50.809,30	5.685,41	30.284,34
1° e 2° TF 345/230 kV, 2 x 500 MVA 3Φ		2027	2,0	1,0	32002,54	64.005,08	50.809,30	5.685,41	30.284,34
LT 345 kV CENTRO CTR - MILTON FORNASARO, C1 Subterrânea 1600mm2 (Nova)						388.780,18	285.765,04	34.534,35	158.569,60
Circuito Duplo 345 kV		2028	12,6	1,0	30855,57	388.780,18	285.765,04	34.534,35	158.569,60
LT 345 kV CENTRO CTR - MILTON FORNASARO, C1 (Ampliação/Adequação)						43.638,24	32.075,41	3.876,27	17.798,48
EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo BD4	CENTRO CTR	2028	2,0	2,0	10909,56	43.638,24	32.075,41	3.876,27	17.798,48
LT 345 kV CENTRO CTR - MILTON FORNASARO, C1 (Ampliação/Adequação)						43.638,24	32.075,41	3.876,27	17.798,48
EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo BD4	MILTON FORNASARO	2028	2,0	2,0	10909,56	43.638,24	32.075,41	3.876,27	17.798,48

Tabela 15-3 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 3

Descrição	Terminal	Ano	Qtde.	Fator	Custo Unitário (sem fator)	Custo da Alternativa (R\$ x 1000)			
						Custo Total	VP	Parcela Anual	RN
						302.033,41	225.767,23	26.828,85	127.367,62
SE 345/230 kV ANHANGUERA (Ampliação/Adequação)						64.005,08	50.809,30	5.685,41	30.284,34
1° e 2° TF 345/230 kV, 2 x 500 MVA 3Φ		2027	2,0	1,0	32002,54	64.005,08	50.809,30	5.685,41	30.284,34
SECCIONAMENTO LT 345 kV NORTE - MIGUEL REALE, C1 CONEXÃO NA SE CENTRO CTR Subterrânea 1600mm2 (Nova)						194.390,09	142.882,52	17.267,17	79.284,80
Circuito Duplo 345 kV		2028	6,3	1,0	30855,57	194.390,09	142.882,52	17.267,17	79.284,80
LT 345 kV CENTRO CTR - MIGUEL REALE, C1 (Ampliação/Adequação)						43.638,24	32.075,41	3.876,27	17.798,48
EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo BD4	CENTRO CTR	2028	2,0	2,0	10909,56	43.638,24	32.075,41	3.876,27	17.798,48

15.2 Formulários de Consultas sobre a Viabilidade de Expansões da Subestação

15.2.1 Subestação Anhanguera



Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 14/12/2023

Revisão:

Página: 1 - 4

INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)

ESTUDO: Atendimento para a região Central da Cidade de São Paulo

ALTERNATIVA DE PLANEJAMENTO

Subestação: SE Anhanguera - 345/ 230 kV **Proprietária:** ISA - CTEEP

1. Módulos de Manobra

CT Quantidade: 1 Tensão (kV): 230 Arranjo: **BD4**

2. Módulos de Equipamentos

Transformadores Defasadores Quantidade: 4 Potência (MVA): 166,6 Tensão (kV): **230/230** Fase: 1Ø

3. Diagrama unifilar

Em anexo ao final deste formulário.

3. Observações:

- 1 – Consulta referente à viabilidade da instalação de um banco de transformadores defasadores monofásicos na SE Anhanguera, 230/230 kV com 500 MVA de capacidade.
- 2 – O banco de transformadores monofásicos em 230 kV deverá operar em série ao transformador 345/230 kV existente.
- 3 – Os transformadores defasadores deverão possuir controle automático de fluxo.

Legenda: **MM:** entrada de linha (EL), conexão de transformador ou autotransformador (CT), interligação de barramentos (IB), conexão de banco de capacitores paralelo (CCP) ou série (CCS), conexão de reatores de linha (CRL) ou de barra (CRB), conexão de transformador de aterramento (CTA), conexão de compensador (CC). **ARRANJO:** Barra Simples (BS), Barra Principal e Transferência (BPT), Barra Dupla 4 Chaves (BD4), ANEL (AN), Disjuntor e Meio (DJM).



Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

14/12/2023

Revisão:

Página: 2 - 4

RESPOSTA ÀS INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDA PELA PROPRIETÁRIA DA INSTALAÇÃO)

(X) Assinalar os itens que podem ser implementados na subestação de acordo com o arranjo e espaço disponíveis.

1. Módulos de Manobra

- | | | | | |
|-------------------------------------|----|----------------|---------------------|--------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | CT | Quantidade: 01 | Tensão (kV): 230 kV | Arranjo: BD4 |
| <input type="checkbox"/> | CT | Quantidade: | Tensão (kV): | Arranjo: |
| <input type="checkbox"/> | IB | Quantidade: | Tensão (kV): | Arranjo: |
| <input type="checkbox"/> | EL | Quantidade: | Tensão (kV): | Arranjo: |

2. Módulos de Equipamentos


- Transformadores Quantidade: 01 Potência (MVA): 500 MVA Tensão (kV): 230 kV Fase: A, B, V

3. Módulo de Infraestrutura Geral

- Há necessidade de aquisição de terreno? Sim Área Prevista: _____
 Não

4. Outros

- Há necessidade de adequação do arranjo? Sim Equipamentos Necessários: 02 Transformadores trifásicos,
 Não sendo um reserva, 03 PRs, 01 disjuntor trifásico, 03 TCs,
01 TP, 06 mullas para cabos subterrâneo (230 kV).

	<p>Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações</p>
---	---

Data: 14/12/2023
Revisão:
Página: 3 – 4

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

5. Observações

É possível a instalação do transformador defasador, porém com as seguintes recomendações:

- O fabricante consultado informou que só é possível fabricar transformadores defasadores 230 kV trifásicos, com isso está sendo considerado a aquisição de dois transformadores, para ter o reserva;
- Foi considerado a utilização de cabo subterrâneo para conectar o transformador defasador com a GIS e o Trafo existente;
- Foi considerado a utilização de disjuntor entre os transformadores, porém, deverá ser realizado estudo através do fabricante do transformador para a possível remoção do disjuntor;
- Deverá ter atenção na hora do projeto executivo com as distâncias para as faixas de servidão das linhas que passam na proximidade;
- Foi considerado que a proteção do novo transformador defasador será feita pelo sistema de proteção do autotransformador existente (TR-4), ou seja, haverá uma zona diferencial única que irá englobar os dois transformadores (TR-4 + TR defasador) e as atuações de proteções próprias de qualquer um dos TRs irá implicar no desligamento dos dois equipamentos. Caso seja necessária a individualização da proteção dos equipamentos, deverá ser prevista a instalação de um novo painel de proteção, além da adequação do sistema de proteção existente do TR-4;
- Deverá ser prevista a instalação de nova Unidade de Aquisição e Controle (UAC) para controle do novo disjuntor e medição operacional do bay, bem como sua integração com os sistemas supervisórios da SE.

14/12/2023

Data da Solicitação

Thiago de Faria
Rocha Dourado
Martins

Assinado de forma digital por
Thiago de Faria Rocha Dourado
Martins
Dados: 2023.12.14 20:03:41 -03'00'


Thiago de Faria R. Dourado Martins
Superintendente de Transmissão de Energia
STE/DEE/EPE

15/01/2024

Data da Entrega do Formulário

Adriano Ramos Campos

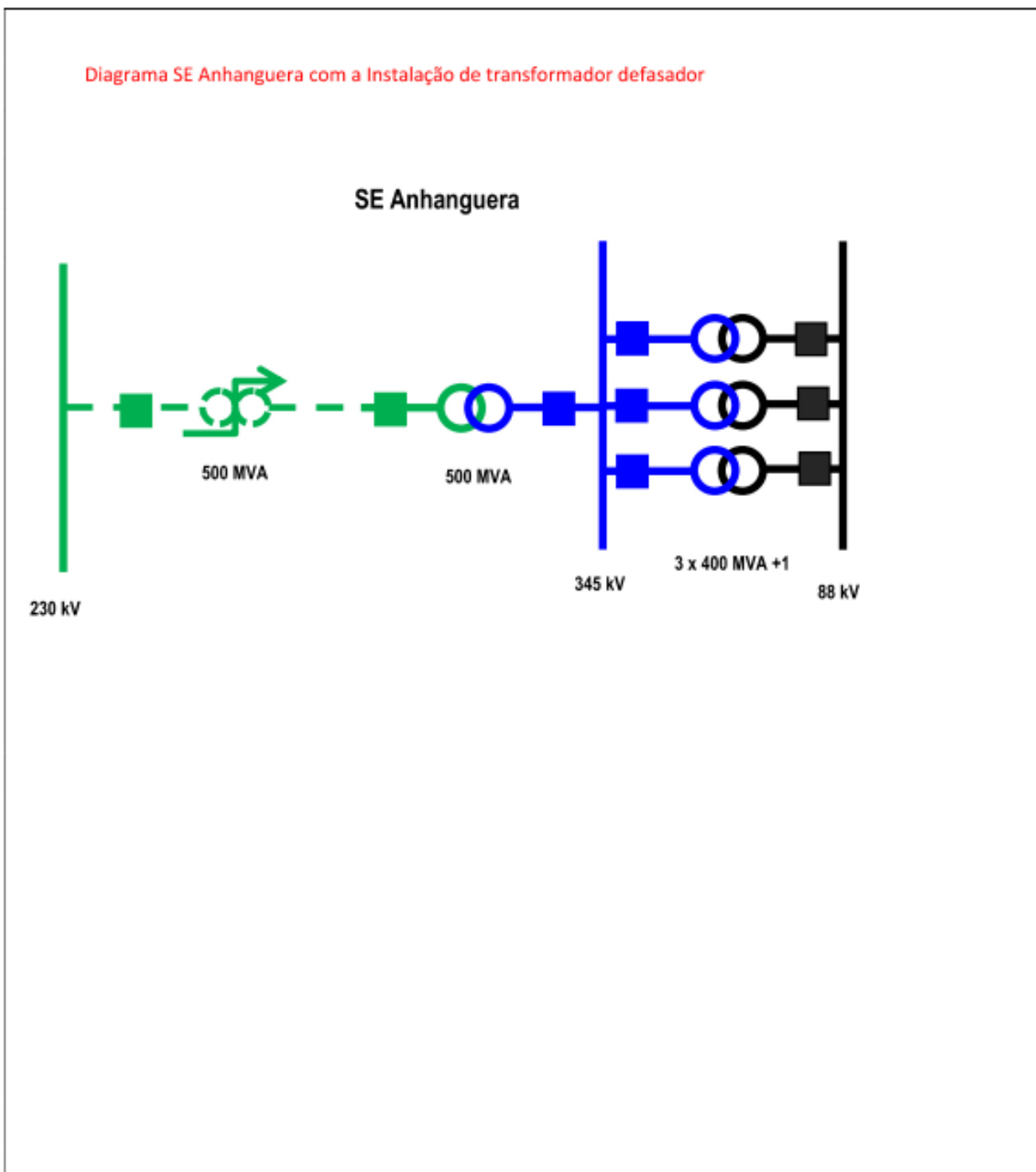
Assinatura do Responsável pelas Informações Solicitadas
Nome:
Cargo: *Engenheiro Expansão e Estudos*

	<p>Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações</p>
---	---

Data: 14/12/2023
Revisão:
Página: 4 - 4

ANEXO → DIAGRAMA UNIFILAR A SER INFORMADO PELA TRANSMISSORA

Diagrama SE Anhanguera com a instalação de transformador defasador



15.3 Fichas PET

INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE REDE BÁSICA

Sistema Interligado

Empreendimento:	UF: SP
LT 345 kV MIGUEL REALE – CENTRO CTR, C1 e C2	DATA DE NECESSIDADE: Jan/2028
	PRAZO DE EXECUÇÃO: 60 meses

Justificativa:

Atendimento da região metropolitana de São Paulo

Obras e Investimentos Previstos: (R\$ x 1.000)

Subterrânea, Alumínio, 1600 mm ² CD, 5,1 km	157.363,41
2 EL (Entrada de Linha) 345 kV, GIS Arranjo BD4 // Centro CTR	43.638,24
2 EL (Entrada de Linha) 345 kV, GIS Arranjo BD4 // Miguel Reale	43.638,24

Total de Investimentos Previstos: **244.639,89**

Situação atual:

Observações:

Documentos de referência:

[1] Custos Modulares da ANEEL – Março de 2023.

INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE REDE BÁSICA

Sistema Interligado

Empreendimento: SE 345/230 kV ANHANGUERA	UF: SP
	DATA DE NECESSIDADE: Jan/2027
	PRAZO DE EXECUÇÃO: 60 meses

Justificativa:

Atendimento da região metropolitana de São Paulo

Obras e Investimentos Previstos: (R\$ x 1.000)

1º Transformador Defasador Trifásico 230/230 kV, +- 30º, 500 MVA e Transformador Defasador Reserva	64.005,08
--	-----------

Total de Investimentos Previstos:	64.005,08
--	------------------

Situação atual:

Observações:

Documentos de referência:

[1] Custos Modulares da ANEEL – Março de 2023.

15.4 NOTA TÉCNICA EPE/DEA/SMA 005/2023

NOTA TÉCNICA DEA 15/23

Análise socioambiental do Estudo de Atendimento à Região Central da Cidade de São Paulo - Parte 1

(Relatório R1)

Rio de Janeiro
Dezembro de 2023



MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA





NOTA TÉCNICA DEA 15/23

Ministério de Minas e Energia

Ministro

Alexandre Silveira de Oliveira

Secretária Executivo

Efrain Pereira da Cruz

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

**Análise socioambiental do
Estudo de Atendimento à
Região Central da Cidade de
São Paulo - Parte 1
(Relatório R1)**



Empresa de Pesquisa Energética

Empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.

Presidente

Thiago Guilherme Ferreira Prado

Coordenação Geral

Thiago Guilherme Ferreira Prado
Thiago Ivanoski Teixeira

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Thiago Ivanoski Teixeira

Coordenação Executiva

Elisângela Medeiros de Almeida

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Reinaldo da Cruz Garcia

Equipe Técnica

André Viola Barreto
Paula Cunha Coutinho (coordenação)
Thiago Galvão

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Heloisa Borges Bastos Esteves

Diretor de Gestão Corporativa

Ângela Regina Livino de Carvalho

Colaboração

Alfredo Lima Silva
Daniel Filipe Silva
Joao Mauricio Julião de Souza Lapa (estagiário)

URL: <http://www.epe.gov.br>

Sede

Esplanada dos Ministérios Bloco "U" Sala 744
70.065-900 - Brasília – DF

Escritório Central

Praça Pio X, 54 - Centro, Rio de Janeiro - RJ, 20091-040
- Rio de Janeiro – RJ

NT DEA 15/23

Data: 26 de Dezembro de 2023

SUMÁRIO

SIGLÁRIO	2
1. INTRODUÇÃO	3
2. PROCEDIMENTOS ADOTADOS E BASE DE DADOS UTILIZADA	6
2.1. BASE DE DADOS	7
3. LINHA DE TRANSMISSÃO PLANEJADA	8
3.1. CORREDOR DA LT 345 KV MIGUEL REALE - CENTRO CTR C1/C2	8
3.1.1. Alternativas de corredores	8
3.1.2. Escolha da Alternativa Referencial de Traçado	12
3.1.3. Detalhamento da alternativa selecionada	12
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
APÊNDICE A - TABELA DE COMPARAÇÃO DA LT SUBTERRÂNEA	37
APÊNDICE B - RELATÓRIO EXPEDITO DE INSPEÇÃO DE CAMPO	39

SIGLÁRIO

Aneel	Agência Nacional de Energia Elétrica
BRT	Bus Rapid Transit
CD	Circuito Duplo
Cetesb	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Comgás	Companhia de Gás de São Paulo
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CPTM	Companhia Paulista de Trens Metropolitanos
Cteep	Transmissão Paulista
DUP	Declaração de Utilidade Pública
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESRI	Environmental Systems Research Institute
GPS	Global Positioning System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Iphan	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
ISA CTEEP	Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista
LD	Linha de Distribuição
LT	Linha de Transmissão
MME	Ministério de Minas e Energia
NT	Nota Técnica
ONS	Operador Nacional do Sistema
R3	Definição da diretriz de traçado e análise socioambiental para linhas de transmissão e subestações
R5	Estimativa de Custos Fundiários
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SE	Subestação
SEUMA	Secretaria de Meio Ambiente e Urbanismo da Prefeitura
SIG	Sistema de Informação Geográfica
Sigel	Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico
SMA	Superintendência de Meio Ambiente da EPE
VLT	Veículo Leve Sobre Trilhos
VTR	Via de Trânsito Rápido

1. INTRODUÇÃO

A presente Nota Técnica (NT) apresenta a análise socioambiental da solução de transmissão indicada no estudo de planejamento realizado pela Superintendência de Transmissão de Energia (STE) da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) para a região central de São Paulo (parte 1), sendo parte integrante desse Relatório R1.

Tal estudo foi motivado pela necessidade de aumento de confiabilidade no suprimento das cargas do Centro de São Paulo e reforçar o sistema para viabilizar o atendimento de novos consumidores do tipo *Data Centers*. A parte 1 do estudo recomendou a implantação da LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR C1/C2. Destaca-se que as demais obras que compõem a solução elétrica que levou à recomendação desta LT serão caracterizadas em estudo a ser publicado posteriormente.

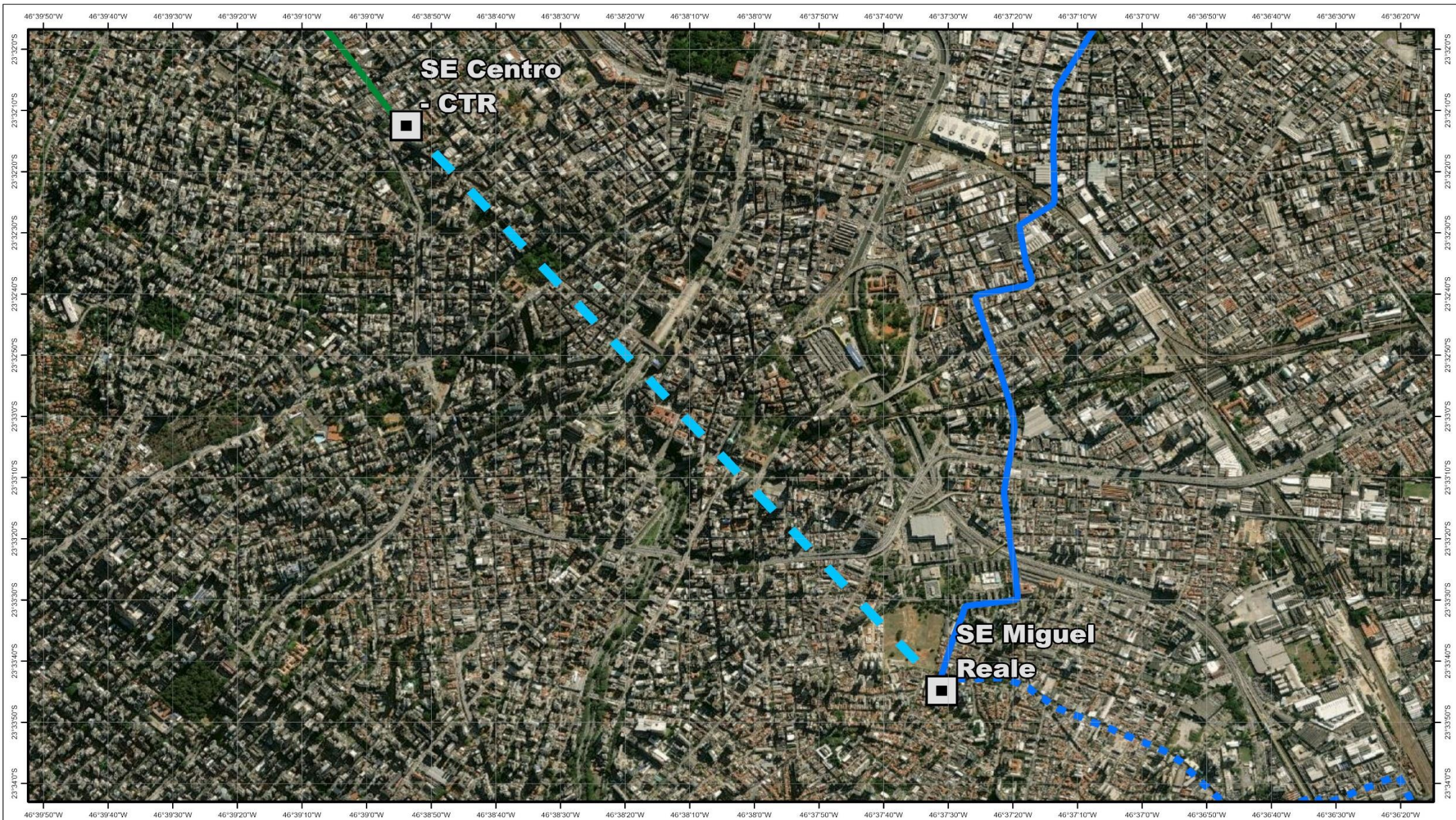
O município de São Paulo apresenta expressivo adensamento urbano, caracterizado por alta concentração populacional e de edificações. Em áreas com esse perfil, a dificuldade para instalação de circuitos aéreos é maior devido à limitação de espaço, visto que linhas de transmissão aéreas convencionais, e mesmo as compactas, necessitam de faixas de servidão cujas larguras muitas vezes coincidem com áreas já ocupadas. Levando-se em consideração essas limitações, a nova Linha de Transmissão (LT) apresentada neste estudo (Figura 1) será implantada por meio de cabos subterrâneos, tendo como base o sistema viário para o delineamento dos traçados.

Vislumbrou-se três alternativas de traçado para a LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR C1/C2, com rotas preferenciais e variantes. A rota preferencial consiste em uma sugestão de caminhamento que procura combinar menor extensão e complexidade. As variantes correspondem a segmentos independentes entre si que podem servir como opções de desvio para a rota preferencial diante de fatores restritivos eventualmente identificados em estudos posteriores. As rotas e variantes elaboradas no presente estudo serviram de referência para a definição da largura do corredor e da extensão de referência da linha de transmissão subterrânea.

Deve-se ressaltar que a delimitação das rotas preferenciais e variantes não possui caráter impositivo, já que se trata de resultado de estudos preliminares elaborados essencialmente com base em dados secundários. Nesse sentido, no relatório R3 poderão ser elaboradas novas proposições, desde que justificadas tecnicamente.

Como a LT 345 kV Centro - Miguel Reale C1/C2 será integralmente construída sob vias e locais públicos, não impactando propriedades particulares, foi considerada dispensável a elaboração de Relatório R5. Entretanto, tendo em vista que a legislação municipal de São Paulo estabelece

cobrança pelo uso do subsolo urbano, este Relatório R1 apresenta estimativa de custo mensal considerando os critérios definidos na legislação local.



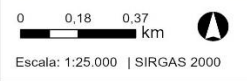
ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO



LEGENDA

- Subestação em operação
- LT 345 kV em operação
- LT 345 kV planejada (traçado esquemático)
- LT 230 kV em operação
- LT 345 kV em construção

REFERÊNCIAS CARTOGRÁFICAS



FONTES UTILIZADAS

EPE, 2023
ESRI, 2023

EXECUÇÃO



TÍTULO

Mapa de Apresentação da Interligação (traçado esquemático)

PROJETO

Análise Socioambiental do Estudo do Reforço do Sistema da Região Central da Cidade de São Paulo

EMPREENDIMENTO

LT 345 kV Miguel Reale - Centro CTR, C1/C2

ELABORAÇÃO

André Viola Barreto

DATA
27/10/2023

Figura 1 – Localização da Recomendação Elétrica (traçado esquemático)

2. PROCEDIMENTOS ADOTADOS E BASE DE DADOS UTILIZADA

Para a elaboração das rotas preliminares e corredor foram utilizadas imagens de satélite disponíveis no Google Earth Pro e bases de dados geoespaciais consideradas relevantes e disponíveis para o desenvolvimento do estudo. Essas informações foram tratadas em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando-se o software ArcGIS Pro 3.1.0. O presente estudo compreendeu ainda reuniões técnicas presenciais e por videoconferência, além de visitas de campo, a fim de avaliar a viabilidade das referidas rotas, considerando aspectos construtivos, econômicos e socioambientais.

A vistoria de campo foi realizada em outubro de 2023, tendo por objetivo inspecionar áreas previamente levantadas para fins de verificação de viabilidade de passagem de LT subterrânea em trechos de alta complexidade construtiva, considerando as alternativas elaboradas para a conexão elétrica em 345 kV, bem como a visita a subestações de energia associadas ao estudo. Os trabalhos de campo contaram com apoio da empresa Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista (ISA CTEEP), diretamente envolvida com os estudos elétricos do presente trabalho. As informações de campo foram coletadas e sistematizadas no ArcGis Survey 123, ferramenta de criação de formulários dinâmicos, a fim de agilizar e adaptar as pesquisas de acordo com as especificidades e necessidades do Estudo em tela. O relatório de campo encontra-se no Apêndice B.

O desenvolvimento das alternativas de rotas para as linhas de transmissão considerou os seguintes elementos:

- Sistemas de transportes;
- Redes de água, esgoto e gás;
- Histórico de trânsito;
- Arborização urbana e parques municipais;
- Espaços públicos e construções históricas;
- Áreas sensíveis às obras de implantação da LT;
- Extensão;
- Sinuosidade do traçado;
- Sistema viário e espaços físicos para a passagem da LT;
- Obras de arte especiais (pontes, túneis, elevados e viadutos);
- Travessias de Corpos Hídricos e Áreas de Inundação.

2.1. BASE DE DADOS

Para delimitação das alternativas de traçado das linhas subterrâneas e elaboração das figuras foram consultadas e/ou utilizadas informações das seguintes bases de dados:

- Sistema de distribuição de água e coleta de esgoto da SABESP (SABESP, 2023);
- Rede de gás da companhia Comgás (COMGÁS, 2019);
- Informações da ferramenta de trânsito do World Traffic Service (ESRI, 2023a);
- Imagens de satélite e fotografias do sistema viário (GOOGLE, 2023);
- Delimitação das estações de metrô (WIKIMAPIA, 2023);
- Linhas de Distribuição (LDs) de média e alta tensão da empresa Enel (ENEL, 2023);
- Carta de suscetibilidade a inundação de São Paulo (CPRM, 2015);
- Base Georreferenciada de Linhas de Transmissão e Subestações de Energia (EPE, 2023);
- Mapa de áreas contaminadas e reabilitadas no Estado de São Paulo (CETESB, 2023);
- Informações referentes a estabelecimentos de educação e saúde, infraestrutura de transporte urbano, sistema viário e áreas de patrimônio cultural no município de São Paulo (GEOSAMPA, 2023);
- Relevo Sombreado (INPE, 2011);
- Sítios arqueológicos georreferenciados (IPHAN, 2023);

3. LINHA DE TRANSMISSÃO PLANEJADA

3.1. Corredor da LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR C1/C2

A LT em tela terá dois circuitos em 345 kV interligando as subestações existentes Miguel Reale – Centro CTR. A conexão entre a SE Miguel Reale e SE Centro CTR se encontra na área central da cidade de São Paulo, em um ambiente urbano de alta densidade de ocupação. As três alternativas de traçado compreendem os seguintes distritos: Santa Cecília; Sé; República; Cambuci; Liberdade; Bela Vista e Consolação. A LT será construída de forma subterrânea em circuito duplo de 345 kV, sendo que a distância em linha reta entre as SEs é de aproximadamente 3,7 km (Figura 1).

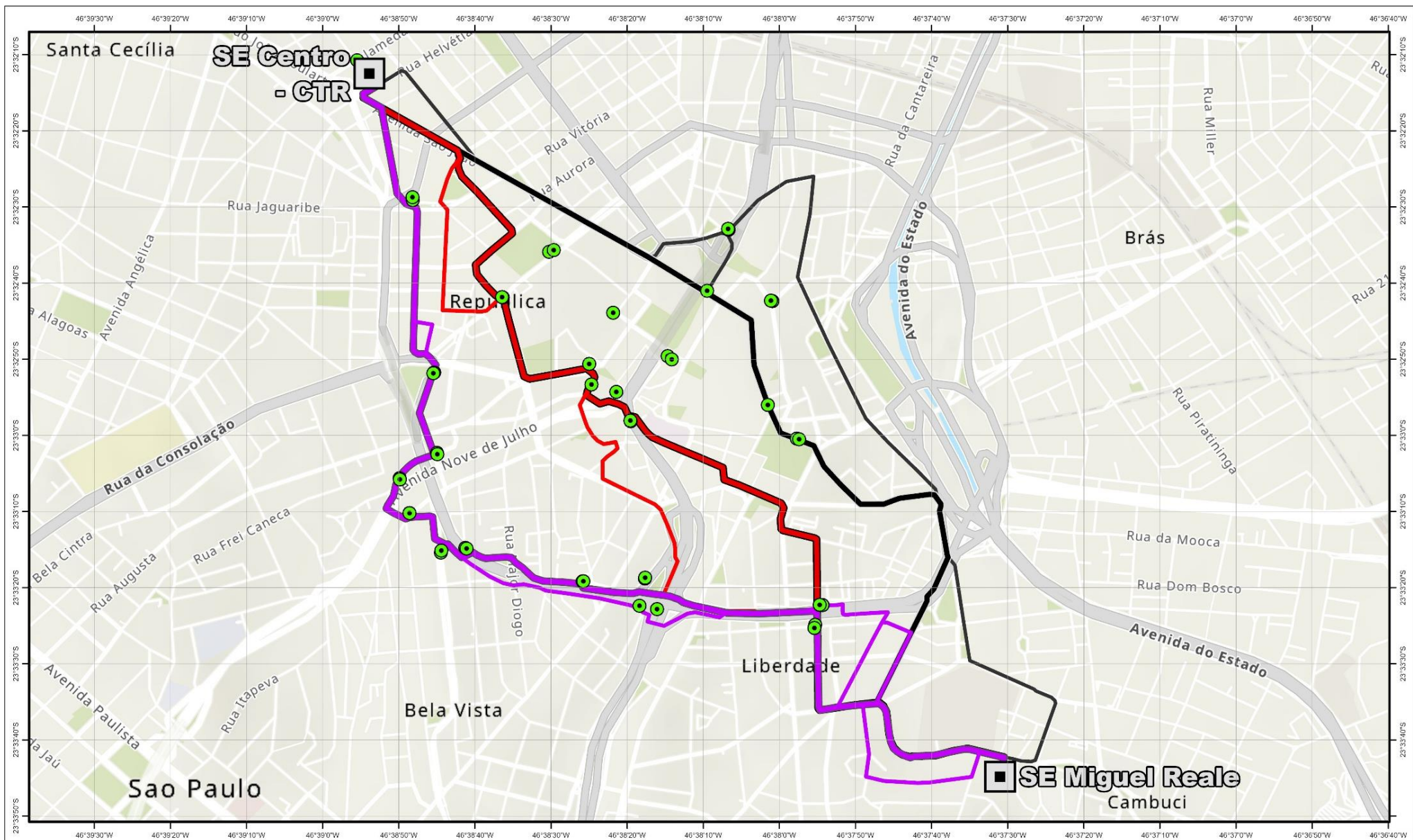
Devido à complexidade da região de passagem da LT, foram propostas e avaliadas três alternativas de traçado, denominadas Rota Sul, Rota Central e Rota Norte (Figura 2). Cada alternativa de traçado conta ainda com opções complementares de caminhamento em alguns trechos, as quais caracterizam variantes que consideram cenários de dificuldades construtivas e/ou socioambientais durante a implementação do empreendimento.

Destaca-se que durante visita de campo foram inspecionados locais de passagem referentes às três alternativas, complementando as informações que subsidiaram a escolha da alternativa e inclusive, acrescentando algumas variantes às rotas previamente levantadas.

3.1.1. Alternativas de corredores

A **Alternativa Norte** possui 4,6 km de extensão e apresenta uma proposta de **menor extensão e sinuosidade** do traçado. Ressalta-se que, em virtude de complexidades construtivas para determinados trechos, foram propostas variantes que, caso utilizadas, podem ampliar a extensão e a sinuosidade dessa alternativa.

Saindo da SE Miguel Reale na direção oeste, o traçado inicia em trecho comum às três alternativas na Rua do Lavapés, que se estende até os limites do “Terreno das Antigas Oficinas do Cambuci” (WIKIMAPIA, 2023) no cruzamento com a Rua Junqueira Freire. A rota segue pela rua Teixeira Leite até atravessar o “viaduto Leste-Oeste” na região da Praça José Luís de Mello Malhei, seguindo na sequência pela Avenida Prefeito Passos.



ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO



LEGENDA

- Pontos de Inspeção de Campo
- Subestação em operação
- Rota Norte - Variantes
- Rota Norte
- Rota Central
- Rota Central - Variantes
- Rota Sul
- Rota Sul - Variantes

REFERÊNCIAS CARTOGRÁFICAS



FONTES UTILIZADAS

EPE, 2023
ESRI, 2023

EXECUÇÃO



TÍTULO

Mapa de Alternativas de Traçado Estudadas

PROJETO

Análise Socioambiental do Estudo do Reforço do Sistema da Região Central da Cidade de São Paulo

EMPREENDIMENTO

LT 345 kV Miguel Reale - Centro CTR, C1/C2

ELABORAÇÃO

André Viola Barreto

DATA

01/11/2023

Figura 2 – Alternativas de traçado da LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR C1/C2 e locais objetos de inspeção de campo

Uma variante dessa alternativa neste trecho segue para leste na saída da SE Miguel Reale, evitando também a Rua Teixeira Mendes, onde há a LT subterrânea 345 kV Norte – Miguel Reale e a LD subterrânea Miguel Reale – Cambuci. Assim, a variante segue pelas ruas Justo Azambuja e Otto de Alencar e pela Avenida Prefeito Pereira Passos, até atravessar o “viaduto Leste-Oeste”. Essa opção de variante possibilita menor interface com o “Terreno das Antigas Oficinas do Cambuci”, zona classificada como área contaminada reabilitada (GEOSAMPA, 2023).

A **Alternativa Norte** deflete para oeste na Rua Tabatinguera e em seguida para noroeste na Rua Silveira Martins, atravessa um calçadão de pedestres e alcança o limite norte da praça da Sé. A partir de então, segue novamente por calçadões de pedestres das ruas Quinze de Novembro e Avenida São João até o Vale do Anhangabaú. A travessia nessa região é de alta complexidade devido à presença de área de passeio público construída sobre túnel e de rio canalizado subterrâneo, além de aspectos topográficos, lazer/turismo e construções históricas. Nesse sentido, duas variantes são propostas visando alternativas para a travessia. Uma tangencia os limites do Túnel João Paulo II pelo calçamento adjacente aos prédios da região para então atravessar a Avenida Prestes Maia, e então seguir pela Praça Pedro Lessa e Rua Capitão Salomão, até chegar no Largo do Paissandú. A outra variante possui maior extensão e caminhamento diferenciado a partir da Rua Tabatinguera, percorrendo as ruas Frederico Alvarenga e Vinte e Cinco de Março, depois defletindo para oeste na Rua Carlos de Souza Nazaré até a Avenida Prestes Maias, seguindo da mesma forma da última variante mencionada.

O trecho final da **Alternativa Norte** segue diretamente pela Avenida São João até a SE Centro CTR, com uma variante que também percorre a Rua Barão de Campinas, caracterizando-se por uma alternativa com parte do trajeto em via de menor fluxo viário.

A **Alternativa Central** possui extensão de 4,8 km e seu caminhamento visa menor sinuosidade do traçado. A alternativa apresenta dois trechos onde foram propostas variantes em face às complexidades construtivas, particularmente proximidade com estações de metrô e regiões de concentração de patrimônio cultural.

Saindo da SE Miguel Reale a oeste, o traçado desta alternativa segue no trecho comum às três alternativas até o cruzamento com a rua Junqueira Freire, de onde segue para oeste até adentrar na rua Mituto Mizumoto, sentido norte, atravessando o “viaduto Leste-Oeste”.

Após a travessia, segue ainda no sentido norte pela rua Doutor Thomás de Lima, virando a oeste na rua Conde de Sarzedas e a norte na rua Conselheiro Furtado, até alcançar o Largo Sete de Setembro. Nesse trecho, percorre áreas de concentração de patrimônios culturais, como prédios públicos, bibliotecas, catedrais, museus, dentre outros. Seguindo a oeste, a **Alternativa Central** percorre a rua Riachuelo até a travessia da Avenida Vinte Três de Maio, cruzando na sequência a Avenida Nove de Julho.

Da travessia do “viaduto Leste-Oeste” até este ponto, uma variante percorre um trecho em comum com a rota Sul até a Praça dos Artesãos Calabreses, pela Avenida Radial Leste Oeste. Na sequência, percorre a Avenida Vinte e Três de Maio, a rua Asdrubal do Nascimento e a rua Maria Paula. Desse ponto até o encontro com a rota preferencial, a variante passa pelas ruas Genebra, Santo Amaro e Santo Antônio, além da Passagem do Piques, contornando o terminal de ônibus Bandeira.

A partir da travessia da Avenida Nove de Julho, o caminhamento da rota preferencial passa pelas ruas Alfredo Gagliotti, João Adolfo, Quirino de Andrade e rua da Consolação, para então seguir pela Avenida São Luís até seu encontro com a Avenida Ipiranga. Desse ponto, a rota preferencial contorna a Praça da República e segue pela Avenida Vieira de Carvalho até o Largo do Arouche, enquanto uma variante percorre as ruas Major Sertório e Bento Freitas. Em seguida, as rotas preferencial e a variante caminham pela Avenida São João até alcançar a SE Centro CTR pela rua Helvética.

A **Alternativa Sul** possui extensão de 5,1 km e seu caminhamento busca contornar a região central dos distritos de República e Sé, utilizando-se do paralelismo com a Avenida Radial Leste Oeste. Essa alternativa possui propostas de variantes para fins de caminhamento alternativo frente a complexidades construtivas e transtornos no trânsito.

Saindo da SE Miguel Reale a oeste, o traçado desta alternativa segue igualmente à Alternativa Central até alcançar o final do “viaduto Leste-Oeste”, adentrando na Avenida Radial Leste Oeste, sentido oeste. As três variantes propostas nesta região visam menor interface com o “Terreno das Antigas Oficinas do Cambuci” (ruas Diogo Vaz e Espírita) e alternativa para passagem para a cota da Avenida Radial Leste Oeste (ruas Glicério ou Teixeira Leite e São Paulo e rua Doutor Lund).

Na travessia do Viaduto Jaceguai, a rota preferencial segue pelo talude da Praça dos Artesãos Calabreses, atravessando a Praça Pérola Byington pelo túnel da Avenida Radial Leste Oeste e seguindo posteriormente pelas ruas Jaceguai (a norte do Viaduto Júlio de Mesquita Filho) e Quatorze de Julho, até cruzar a Avenida Radial Leste Oeste para encontrar a rua Professor Laerte Ramos de Carvalho. A variante nessa região cruza a Avenida Vinte e Três de Maio a sul da Praça dos Artesãos Calabreses e do Viaduto Jaceguai, percorrendo na sequência a rua Conde de São Joaquim, atravessando a Praça Pérola Byington e seguindo pelas ruas Jaceguai (a sul do Viaduto Júlio de Mesquita Filho) e Professor Laerte Ramos de Carvalho.

Nessa região, a **Alternativa Sul** descola um pouco do paralelismo com a Avenida Radial Leste Oeste para desviar de diversos viadutos e atingir a cota da Avenida Nove de Julho, passando pela Praça Ítalo Bagnon e ruas João Passalacqua, Luiz Porrio, Delegado Everton. Na Avenida Nove de Julho, a rota percorre a saída pela rua Avandava até virar para norte-noroeste na rua Martinho Prado, via pela qual segue até a rua da Consolação. Na sequência, segue pela rua Rego Freitas, tendo como variante uma passagem pelas ruas Teodoro Baima e Eptácio Pessoa.

Já no Largo do Arouche, a **Alternativa Sul** segue pela rua Doutor Frederico Steidel até encontrar a Avenida São João, pela qual percorre pequeno trecho até adentrar na rua Helvética e na SE Centro CTR.

3.1.2. Escolha da Alternativa Referencial de Traçado

A seleção da melhor alternativa para implantação de uma linha subterrânea deve considerar as complexidades construtivas e os impactos relacionados a quantidade e formas de interferências (cruzamento e paralelismos) com sistemas de transportes, infraestrutura subterrânea, dentre outros aspectos.

A área de estudo compreendida entre as SEs Miguel Reale e Centro CTR possui alta relevância histórica, já que corresponde à região onde se deu o início da ocupação da cidade de São Paulo. Constam na região obras de arte especiais (pontes, túneis, elevados e viadutos), muitas vezes em vias construídas sobre rios canalizados. Esse cenário, somado à toda a infraestrutura de apoio urbano a uma região central de uma cidade do porte de São Paulo – como sistemas de transporte, redes de abastecimento público (gás, água, esgoto, energia elétrica), equipamentos urbanos (praças, hospitais, escolas, prédios públicos, museus etc.), áreas turísticas e de lazer, dentre outros; configura um ambiente de alta complexidade para a passagem da linha de transmissão subterrânea.

Nesse sentido, a alternativa mais promissora corresponde à Alternativa Sul, considerando a reduzida interferência no Centro Histórico de São Paulo e menor complexidade construtiva em relação às demais propostas, no que tange principalmente às travessias de maiores declividades do vale do rio Anhangabaú, bem como a existência de estações de metrô próximas ou adjacentes às alternativas Central e Norte.

Vale informar que a partir do refinamento e complementação das informações em levantamentos e estudos posteriores, o conjunto de alternativas sugeridas pode admitir outras proposições.

3.1.3. Detalhamento da alternativa selecionada

O corredor selecionado para a LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR C1/C2 foi elaborado com 400 metros de largura e seu eixo possui aproximadamente 4,5 km de extensão. A largura do corredor foi baseada na disposição espacial da alternativa selecionada e suas variantes (Figura 3), sendo que a rota preferencial possui extensão de 5,1 km.

3.1.3.1. Localização e sistema viário

O corredor da LT localiza-se em sua totalidade no município de São Paulo e atravessa sete bairros dentro da subprefeitura “Sé”, conforme indica a Tabela 1. As coordenadas das subestações no corredor são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 1 – Bairros atravessados pelo corredor da LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR

UF	Município	Subprefeitura	Bairro
SP	São Paulo	Sé	Cambuci
			Liberdade
			Sé
			Bela Vista
			República
			Consolação
			Santa Cecília

Tabela 2 – Coordenadas das subestações da LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR C1/C2

Subestação	Status	Coordenadas		Município	Estado
		Latitude	Longitude		
Miguel Reale	Em operação	23°33'45"S	46°37'31"O	São Paulo	SP
Centro CTR	Em operação	23°32'12"S	46°38'54"O	São Paulo	SP

Como a LT encontra-se integralmente em área urbana e será implantada por meio de cabos subterrâneos, o caminhamento proposto se utiliza, sobretudo do sistema viário. As vias urbanas de maior porte, como avenidas e vias expressas, podem apresentar uma concentração de redes de infraestrutura (tubulações de água, esgoto e gás, cabos óticos etc.) e, ao mesmo tempo, margem maior para desvios, tendo vista a largura das vias. Nas vias de menor porte, por outro lado, essa lógica tende a funcionar de modo inverso, ou seja, menor possibilidade de concentração de redes de infraestrutura e baixa margem para desvios. Importante frisar que os dados das redes disponíveis podem não apresentar precisão planimétrica, sendo necessário em fases posteriores contatar as respectivas companhias ou empresas responsáveis para a obtenção informações como profundidade e amarrações das redes.

As vias urbanas selecionadas para a passagem da LT variam de uma a seis faixas de rolamento, compreendendo ruas e avenidas. A Tabela 3 detalha o itinerário do traçado preferencial (e das variantes), bem como a extensão em cada logradouro. A rota preferencial e as variantes percorrem caminhamento desviando de diversas obras de arte especiais existentes na região de seus trajetos (GEOSAMPA, 2023), conforme pode ser visualizado pela Figura 3.

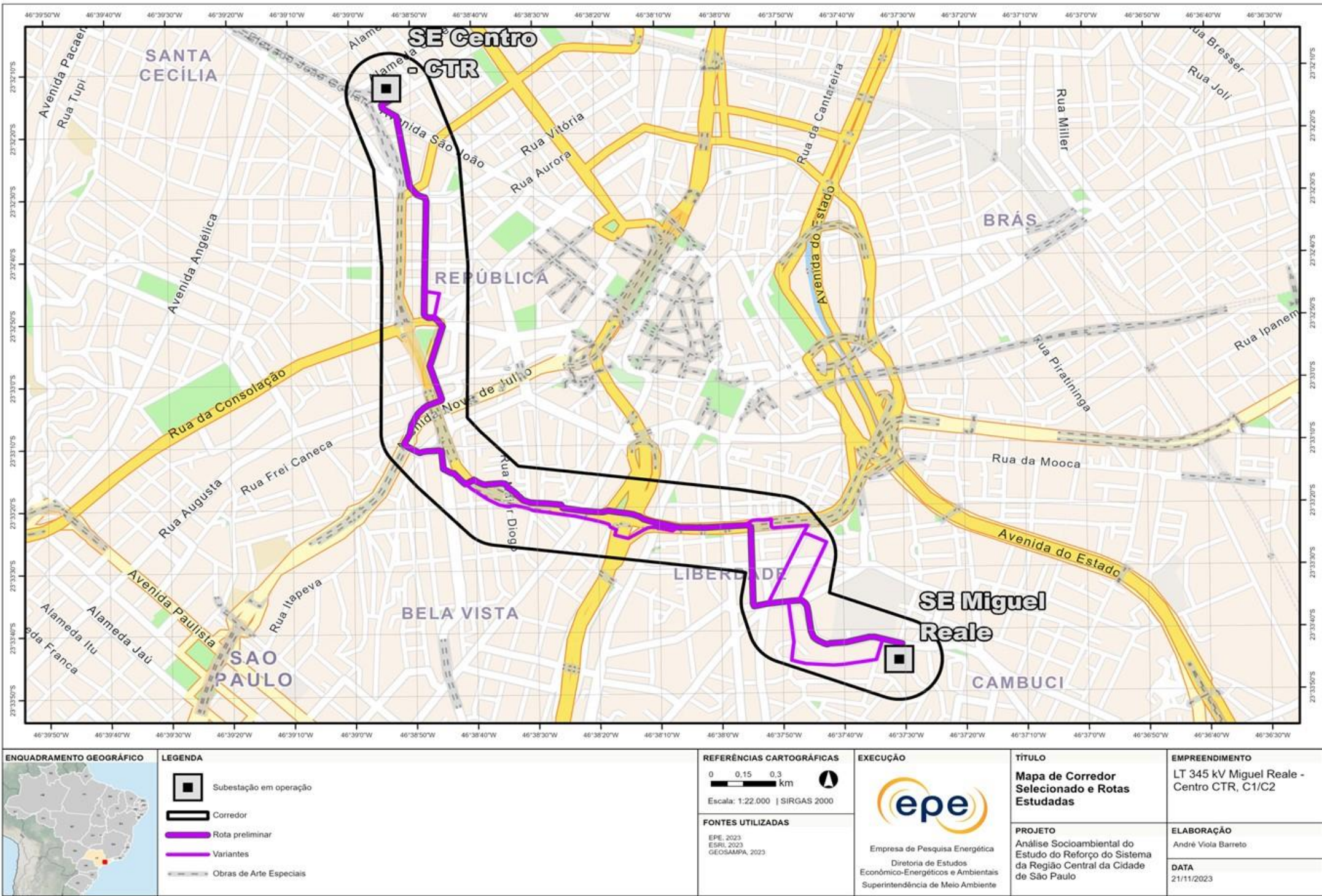


Figura 3 – Corredor selecionado para a LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR C1/C2 e rotas preliminares

Tabela 3 – Percurso das rotas preliminares para LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR C1/C2

Traçado preferencial		Traçado com variantes	
Logradouro	Extensão (m)	Logradouro	Extensão (m)
Rua dos Lavapés	765	Rua dos Lavapés	92
Rua da Glória	80	Rua Scuvero	105
		Rua Diogo Vaz	390
		Rua Espírita	290
		Rua do Lavapés	80 / 60
Rua Mituto Mizumoto	375	Rua Glicério / Rua Teixeira Leite + Rua São Paulo + Rua Glicério	425 / 315 + 115 + 45
		Viaduto Glicério	205
		Rua Doutor Lund	80
Avenida Radial Leste Oeste	540	Avenida Radial Leste Oeste	532
Avenida Vinte e Três de Maio	45	Avenida Vinte e Três de Maio	90
Avenida Radial Leste Oeste	230	Rua Conde de São Joaquim	151
Rua Jaceguai	285	Rua Jaceguai	275
Rua Quatorze de Julho	155	Rua Professor Laerte Ramos de Carvalho	315
Avenida Radial Leste Oeste	45		
Rua Professor Laerte Ramos de Carvalho	85		
Rua João Passalaqua	132	Rua João Passalaqua	132
Rua Luiz Porrio	95	Rua Luiz Porrio	95
Rua Delegado Everton	60	Rua Delegado Everton	60
Avenida Nove de Julho	126	Avenida Nove de Julho	126
Rua Avanhanda	200	Rua Avanhanda	200
Rua Martinho Prado	400	Rua Martinho Prado	400
Rua da Consolação	95	Rua da Consolação	57
		Rua Teodoro Baima	110
		Rua Epitácio Pessoa	45
Rua Rego Freitas	580	Rua Rego Freitas	445
Rua Doutor Frederico Steidel	330	Rua Doutor Frederico Steidel	330
Avenida São João	115	Avenida São João	115
Rua Helvética	60	Rua Helvética	60

Antes de chegar na Avenida Radial Leste Oeste, saindo da SE Miguel Reale, as variantes nessa região atravessam o “viaduto Leste-Oeste” por baixo das faixas de rolamento da avenida. Já na avenida, há cruzamento com quatro viadutos, sendo que os caminhamentos seguem em nível mais baixo (Figura 4). Para não passar sobre o viaduto Jaceguai, a variante neste trecho passa por debaixo de um viaduto, percorre um pequeno túnel e tangencia uma passarela de pedestres, enquanto a rota preferencial segue pelo talude da Praça dos Artesãos Calabreses (Figura 5).



Figura 4 - Avenida Radial Leste Oeste



Figura 5 - Avenida Vinte e Três de Maio

Na região da Praça Pérola Byington, a rota preferencial passa por um túnel, enquanto a variante segue pela rua Jaceguai, em trecho de desnível. Na sequência, o viaduto Júlio de Mesquita Filho é desviado por meio de vias paralelas adjacentes. O mesmo ocorre para o viaduto Júlio de Mesquita Filho, que também é atravessado por debaixo em trecho na rua Avanhandava. Por fim, na rua Martinho Prado, a rota segue paralela a um sistema de túneis construído sob a Praça Franklin Roosevelt.

Devido às características técnicas dos cabos, principalmente os de maiores diâmetros, há necessidade de grandes raios de curvaturas para o contorno de angulações mais acentuadas durante a fase de lançamento dos cabos. A rota preferencial possui um valor de cerca de 38% maior em relação ao percurso em linha reta, havendo mudanças de direção correspondentes

a angulações fortes (cerca de 90°) em alguns trechos, tais como as esquinas das ruas Lavapés, Mituto Mizumoto, João Passalaqua, Avanhandava e Rego Freitas, e das avenidas Radial Leste-Oeste, Nove de Julho e São João. No caso das variantes, estes locais de angulação forte poderão ser ainda mais numerosos. As Figuras de 6 a 9 a seguir, bem como as Figuras 4 e 5 apresentadas, ilustram o aspecto das principais vias (extensão maior que 400 metros) que compõem o traçado e as variantes.



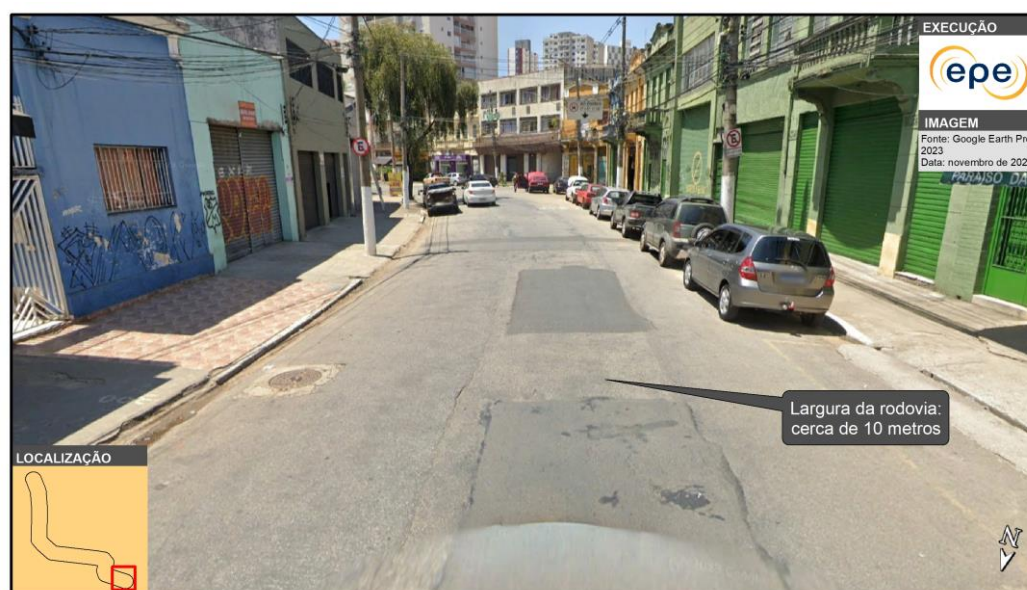
Figura 6 - Rua Glicério



Figura 7 - Rua Martinho Prado



Figura 8 - Rua Rego Freitas



Figuras 9 - Rua do Lavapés

3.1.3.2. Sistemas de Transportes e Tráfego Viário

O sistema de transportes da cidade de São Paulo é caracterizado pela diversidade de modais e estruturas viárias complexas. A mobilidade urbana se dá por meio de rodovias, vias expressas, avenidas, arruamento, corredores de ônibus, linhas de metrô, trens, ciclovias, áreas de pedestres, dentre outros. A estrutura que compõe o sistema de transportes somada às características geográficas da cidade resultam na ocorrência de obras de infraestrutura específicas, tais como pontes, viadutos, passarelas, calçadões, túneis, rios canalizados etc. Geralmente, tais elementos implicam maior complexidade construtiva para a passagem de linhas de transmissão subterrâneas, podendo ser necessário seu desvio.

No tocante às interferências com infraestruturas de transporte, há alguns cruzamentos e pequenos trechos de paralelismo (Figura 10), conforme dados do Portal Geosampa (GEOSAMPA, 2023).

Na Rua dos Lavapés, a rota preferencial segue por um trecho de cerca 765 metros onde há sobreposição com uma faixa exclusiva de ônibus, cujo horário de aplicação é de 17 às 22 horas, de segunda à sexta-feira. A variante que percorre as ruas Scuvero, Diogo Vaz e Espírita reduz a sobreposição a cerca de 150 metros. Na Avenida São João, próximo da SE Centro CTR, há paralelismo de cerca de 120 metros com o corredor de ônibus “Pirituba / Lapa / Centro”.

Por conta do trajeto que contorna a região central dos distritos da Sé e República, a rota preferencial e as variantes cruzam: três linhas de metrô (azul, amarela e vermelha); dois corredores de ônibus (“Santo Amaro / 9 de julho / Centro” e “Campo Limpo / Rebouças / Centro”); cinco faixas exclusivas de ônibus (nas avenidas da Liberdade, Brigadeiro Luiz Antônio, Vinte e Três de Maio, e rua Barão de Iguape). De acordo com dados do *Wikimapia*, as estações de metrô Liberdade e Santa Cecília se situam dentro do corredor da LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR C1/C2 (WIKIMAPIA, 2023), embora não sejam atravessadas pelas rotas e variantes.

Quanto à rede cicloviária, há paralelismo na região das ruas do Lavapés e da Glória, em trecho da rua Rego Freitas e parte das ruas Doutor Frederico Steidel, Helvética e Avenida São João.

Importante frisar que a cidade de São Paulo apresenta alto grau de densidade urbana, uma malha viária expressiva e complexa - caracterizada pela presença de diversas tipologias, cruzamentos em superfície, túneis e viadutos - além de um grande volume de tráfego. Qual seja a rota a ser selecionada para a alocação da LT subterrânea nesse contexto, sobretudo na área central de São Paulo, causará transtornos no trânsito durante a fase construtiva.

Em obras que exigem abertura de valas, como é o caso da instalação de linhas de transmissão subterrâneas, é natural que a fluidez do tráfego seja impactada. A engenharia de tráfego das prefeituras comumente aprova o projeto construtivo da LT subterrânea por etapas, no intuito de minimizar os impactos no trânsito. Nesses casos, o tempo de aprovação do projeto pelo setor competente para posterior liberação das obras civis pode se estender, comprometendo o prazo de execução, bem como encarecer o empreendimento.

No âmbito deste estudo, o histórico de trânsito da região de interesse do município de São Paulo foi obtido por meio da ferramenta *World Traffic Service*, disponível na plataforma ArcGis (2023), em que foram simulados cenários de tráfego intenso. Essa ferramenta apresenta duas formas distintas de cálculo, por meio dos módulos *Historical Traffic* ou *Live Traffic*. Para o presente Estudo, foi arbitrado dia e faixa de horário, no sentido de representar cenários de tráfego intenso na região (ESRI, 2023a).

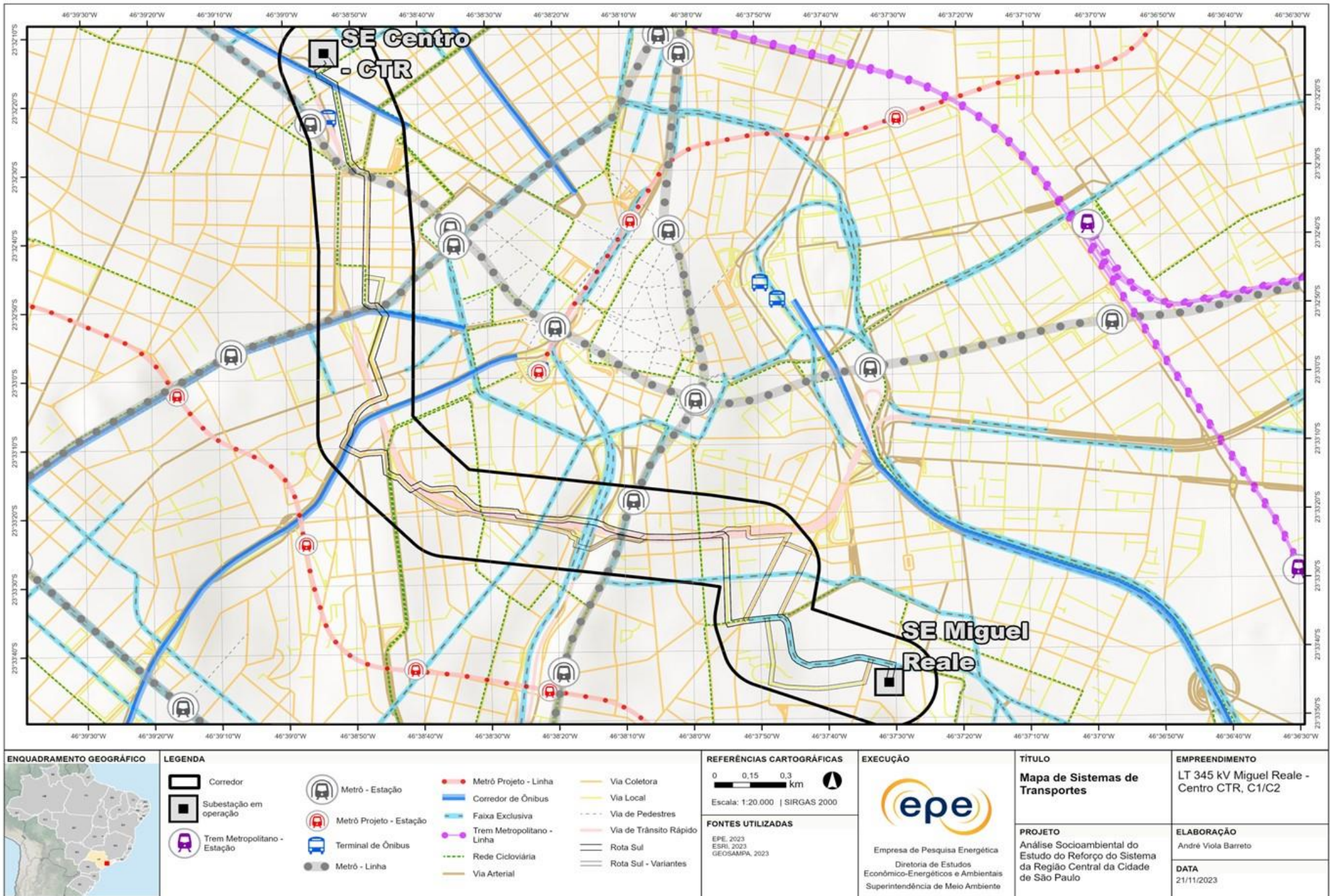


Figura 10 – Sistema de Transportes no corredor da LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR C1/C2

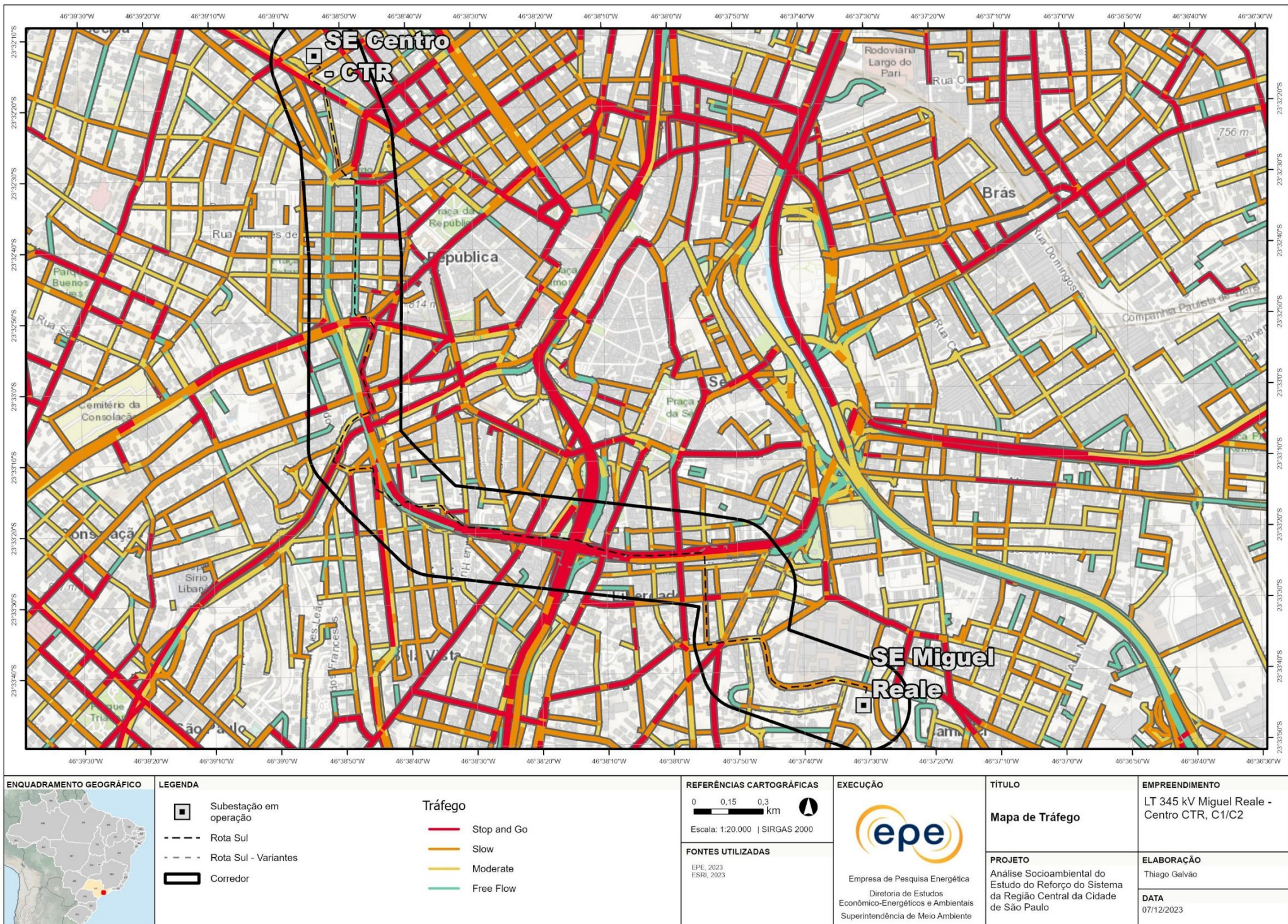


Figura 11 – Sistema de Tráfego no corredor da LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR C1/C2

É importante destacar que os dados utilizados são resultados de estimativas. Além disso, deve-se ressaltar que a ferramenta possui forte dinâmica de apresentação dos dados, na medida em que eventos pontuais ou obras em andamento, por exemplo, podem alterar o nível de tráfego de trechos ou sua extensão, dependendo do período de captura dos dados.

Para o caso da rota preferencial, tendo por balizadores os cenários de tráfego simulados no *World Traffic Service*, foram identificados trechos mais críticos em relação ao nível de tráfego (Figura 11). A Tabela 6 identifica quatro trechos críticos superiores a 100 metros, considerando o horário de pico entre 12 e 13 horas do dia 08/12/2023.

Tabela 6 – Trechos críticos de tráfego no trajeto da LT Miguel Reale – São Caetano do Sul

Início	Fim	Extensão (m)	Sentido	Tráfego	Cenário
Rua do Lavapés, 726	Rua Mituto Mizumoto, 36-57	875	Miguel Reale - CTR	Low / Stop and go	Sexta, 12h – 13h
Av. Radial Leste, 124	Viaduto Jaceguai	480	Miguel Reale - CTR	Low / Stop and go	Sexta, 12h – 13h
Rua João Passalaqua, 66-130	Rua Delegado Everton, 30-19	190	Miguel Reale - CTR	Low / Stop and go	Sexta, 12h – 13h
Rua Martinho Prado, 154-173	Praça Franklin Roosevelt	363	Miguel Reale - CTR	Low / Stop and go	Sexta, 12h – 13h

Como os dados contidos no *World Traffic Service* são resultantes de estimativas e sofrem forte dinâmica, sugere-se consultar dados e estudos da Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo.

3.1.3.3. Infraestruturas subterrâneas

De acordo com as informações disponibilizadas pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), há cruzamentos e trechos de paralelismo com a tubulação de distribuição de água e coleta de esgoto.

Quanto à interface da rota principal com a rede de água, as travessias com tubulações de maior porte ocorrem nas ruas São Paulo, Abolição e na Avenida Nove de Julho, além de outros cruzamentos significativos na Avenida Duque de Caxias e nas ruas da Consolação, Santo Antônio e Jaceguai. Os paralelismos mais importantes (concorrência com rede de maior diâmetro) ocorrem nas seguintes ruas: do Lavapés; Jaceguai e Quatorze de Julho; Luiz Porrio e Delegado Everton; e Rego Freitas (SABESP, 2023).

Já para a rede de coleta de esgoto, as travessias da rota principal com estruturas de maior dimensão se dão nas avenidas Vinte e Três de Maio e Nove de Julho e nas ruas Jaceguai e do Lavapés, enquanto os paralelismos situam-se na Avenida São João e nas ruas Doutor Frederico Steidel e Rego Freitas (SABESP, 2023).

Devido à condição de sigilo dos dados, manifestada pela SABESP no envio das informações para a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), não foi possível representar as informações de forma cartográfica, o que reforça a necessidade de obtenção de dados atualizados para as fases de projeto e instalação da futura LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR C1/C2.

Importante mencionar que durante a atividade de campo foi possível identificar obras de manutenção da SABESP nas redes de água e esgoto (Figuras 12 e 13), demonstrando ainda a necessidade de obtenção de informações sobre cronograma de obras de manutenção ou ampliação da rede na área do corredor em fases posteriores, caso seja possível.



Figura 122 – Obras de manutenção da Sabesp na Rua Boa Vista 304-364, Sé

Quanto à rede de gás, em São Paulo essa malha possui ampla cobertura, concentrando-se por toda a área central e zona sul e, em menor medida, nas zonas leste e norte. A rede de gás georreferenciada, no trecho de interesse para a EPE, foi repassada pela Comgás (Figura 14).

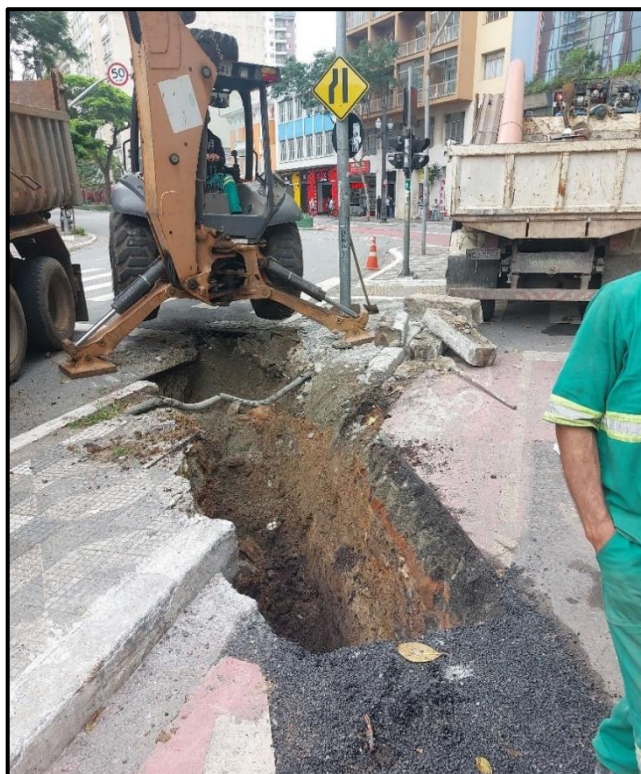


Figura 13 – Obras de manutenção da Sabesp na Av. Duque de Caxias, República

Ao longo da rota preferencial, há diversos cruzamentos e trechos de paralelismo com a rede de gás, elencados nas Tabelas 7 e 8 a seguir:

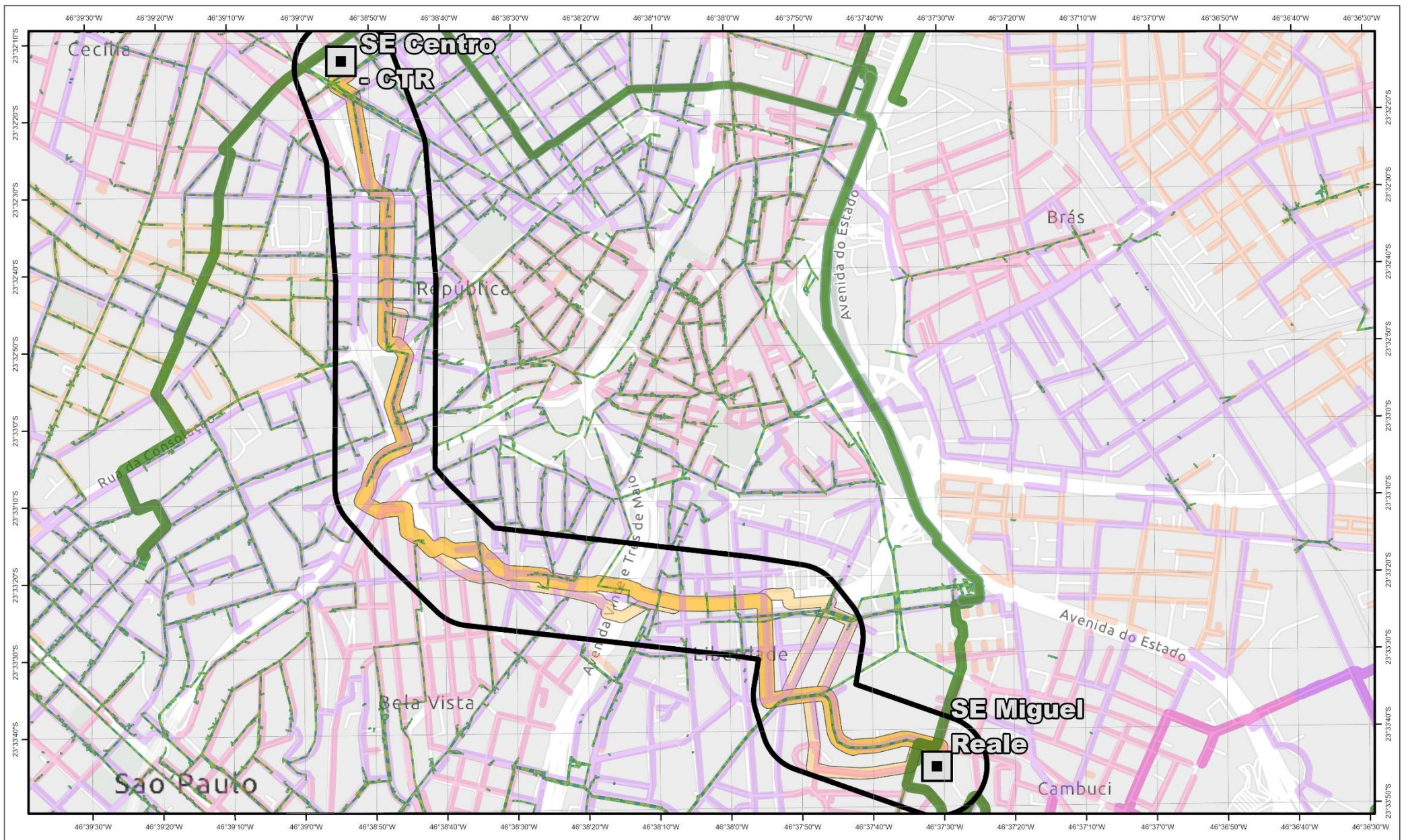
Tabela 7 – Principais cruzamentos da rota preferencial com rede de gás

Cruzamentos	Quantidade de tubos	Pressão (bar)	Diâmetro	Material
Avenida São João	1	4	63 mm	Polietileno
Largo do Arouche	2	4	125 mm	Polietileno
Rua Santa Isabel	1	4	90 mm	Polietileno
Rua Marquês de Itu	1	4	63 mm	Polietileno
Rua Marquês de Itu	1	4	180 mm	Polietileno
Rua General Jardim	1	4	90 mm	Polietileno
Rua Major Sertório	1	4	90 mm	Polietileno
Rua Martinho Prado	1	4	63 mm	Polietileno
Rua Avanhandava	1	4	63 mm	Polietileno
Rua Santo Antônio	1	0,35	90 mm	Polietileno
Rua Luís Porrio	2	0,35	63 mm	Polietileno
Rua Major Diogo	1	4	125 mm	Polietileno
Rua Abolição	1	4	250 mm	Polietileno
Rua Abolição	1	4	63 mm	Polietileno
Avenida Radia Leste-Oeste	1	4	63 mm	Polietileno

Cruzamentos	Quantidade de tubos	Pressão (bar)	Diâmetro	Material
Avenida Radia Leste-Oeste	1	4	250 mm	Polietileno
Rua São Paulo	1	4	250 mm	Polietileno
Rua Barão de Iguape	1	4	125 mm	Polietileno
Rua Mituto Mizumoto	1	4	90 mm	Polietileno
Rua do Lavapés	1	0,35	63 mm	Polietileno
Rua do Lavapés	1	4	40 mm	Polietileno
Rua do Lavapés	4	4	90 mm	Polietileno
Rua do Lavapés	1	4	250 mm	Polietileno

Tabela 8 – Principais trechos de paralelismo da rota preferencial com rede de gás

Logradouro	Pressão (bar)	Diâmetro	Material	Tipo	Extensão do paralelismo (m)
Avenida Helvética	4	90 mm	Polietileno	Simple	22
Rua Doutor Frederico Steidel	4	40 mm	Polietileno	Simple	325
Rua Rego Freitas	4	63 mm	Polietileno	Simple	552
Praça Franklin Roosevelt	4	63 mm	Polietileno	Simple	250
Rua Martinho Prado	4	63 mm	Polietileno	Simple	125
Rua Avanhandava	4	63 mm	Polietileno	Simple	185
Rua Luís Porrio	0,35	63 mm	Polietileno	Simple	60
Rua Luís Porrio	0,35	63 mm	Polietileno	Simple	31
Rua Quatorze de Julho	4	40 mm	Polietileno	Simple	93
Rua Jaceguai	4	250 mm	Polietileno	Simple	105
Avenida Radial-Leste-Oeste	4	125 mm	Polietileno	Simple	13
Rua Mituto Mizumoto	4	125 mm	Polietileno	Simple	38
Rua Mituto Mizumoto	4	125 mm	Polietileno	Simple	140
Rua Mituto Mizumoto	4	125 mm	Polietileno	Simple	214
Rua da Glória	4	90 mm	Polietileno	Simple	70
Rua do Lavapés	4	90 mm	Polietileno	Simple	121
Rua do Lavapés	4	125 mm	Polietileno	Simple	37
Rua do Lavapés	4	90 mm	Polietileno	Simple	271
Rua do Lavapés	4	90 mm	Polietileno	Simple	204
Rua do Lavapés	4	90 mm	Polietileno	Simple	60
Rua do Lavapés	0,35	63/125 mm	Polietileno	Duplo	85



<p>ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO</p>	<p>LEGENDA</p> <ul style="list-style-type: none"> Corredor Subestação em operação Rota Sul Rota Sul - Variantes Linha de Distribuição Subterrânea de Alta Tensão Distribuição de Energia Elétrica - Média Tensão Rede de Gás (pressão) <ul style="list-style-type: none"> 0,025BAR 0,35BAR 17BAR 4BAR 7BAR 	<p>REFERÊNCIAS CARTOGRÁFICAS</p> <p>0 0,15 0,3 km</p> <p>Escala: 1:20.000 SIRGAS 2000</p> <p>FONTES UTILIZADAS</p> <p>EPE, 2023 ESRI, 2023 COMGAS, 2019 ENEL, 2023</p>	<p>EXECUÇÃO</p> <p>Empresa de Pesquisa Energética Diretoria de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais Superintendência de Meio Ambiente</p>	<p>TÍTULO</p> <p>Mapa de Infraestrutura Subterrânea - Rede de Energia</p> <p>PROJETO</p> <p>Análise Socioambiental do Estudo do Reforço do Sistema da Região Central da Cidade de São Paulo</p>	<p>EMPREENDIMENTO</p> <p>LT 345 kV Miguel Reale - Centro CTR, C1/C2</p> <p>ELABORAÇÃO</p> <p>André Viola Barreto</p> <p>DATA</p> <p>13/12/2023</p>
--	--	--	--	---	---

Figura 14 – Rede de energia (gás e eletricidade) no corredor da LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR C1/C2

Em face dos números apresentados referentes ao paralelismo, chega-se à conclusão de que aproximadamente 60% do traçado concorre diretamente com a rede de gás. Os dados repassados indicam ainda que, além dos cruzamentos, os paralelismos da LT subterrânea podem representar fatores de restrição, visto que exigem distanciamento por razões de segurança, acarretando complexidade no processo construtivo e tempo de aprovação pelo órgão competente.

A rede de distribuição subterrânea também possui interface direta com a LT planejada 345 kV Miguel Reale – Centro C1/C2. Com relação ao conjunto de instalações e equipamentos elétricos que operam em níveis de alta tensão (maior ou igual a 69 kV e menor que 230 kV), a rota preferencial cruza e possui um trecho de paralelismo (cerca de 70 metros, no entorno da SE Miguel Reale) com a Linha de Distribuição subterrânea 88 kV Miguel Reale - Cambuci C1/C2, segundo dados da Enel (ENEL, 2023). Conforme pode ser visualizado pela Figura 14, a rota preferencial ainda possui trechos de cruzamentos e paralelismos com a rede de distribuição subterrânea de média tensão, com destaque para as ruas do Lavapés, Avanhandava, Martinho Prado, Rego Freitas, Doutor Frederico Steidel, além da Avenida São João. Esses trechos possuem maior proximidade da rota preferencial com a rede de distribuição e demandarão maiores cuidados com relação às interferências.

3.1.3.4. Meio físico e Áreas Contaminadas

Corpos hídricos podem oferecer dificuldades para a implantação de uma linha subterrânea. Nos casos em que se torna inviável desviar das drenagens naturais, canais revestidos¹ ou ainda grandes espelhos d'água (lagos, mares), é necessária a travessia subaquática, o que representa complexidade e custos construtivos mais elevados, de acordo com a extensão da área submersa a ser atravessada.

A diretriz proposta atravessa majoritariamente terrenos com declividades planas (0 a 3%), suave onduladas (3 a 8%) e ondulada (8 a 20%) em condições de ambiente altamente urbanizado, no qual as unidades de relevo e aspectos topográficos se encontram bastante modificados. No entanto, aquelas áreas correspondentes aos fundos de vale (planícies e terraços fluviais) possivelmente devem representar complexidade geotécnica para a passagem da LT.

Constam quatro cursos d'água ao longo do traçado elaborado, localizados sob vias públicas de tráfego viário (Figura 15), os quais são afluentes do córrego Anhangabaú (GEOSAMPA, 2023). Importante frisar de antemão de que se trata de cursos d'água canalizados. Assim,

¹ Canais em que o fundo e os taludes são protegidos com concreto, pedra, plástico, ou outro material, com a finalidade de manter a sua estabilidade e contrariar a força erosiva do escoamento.

essas travessias representam mais um fator de complexidade da LT futura para o caso de execução de uso de tecnologia de furo direcional, a fim de não comprometer a infraestruturas mencionadas, bem como outras presentes nesses contextos. Há proximidade ainda com áreas suscetíveis a inundações no trecho inicial partindo da SE Miguel Reale (CPRM, 2015), o que poderá impactar o processo construtivo da linha, tanto em razão dos eventos pluviométricos, como da possibilidade de o nível d'água ser muito próximo da superfície.

Por se tratar de área com a presença de indústrias desativadas, empresas de logística e postos de combustíveis, a região do entorno da SE Miguel Reale possui algumas áreas contaminadas. De acordo com a relação de áreas contaminadas do Estado de São Paulo, organizada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), o “Terreno das Antigas Oficinas do Cambuci”, localizado entre as ruas do Lavapés e Otto de Alencar está classificada como “Área Contaminada em Processo de Reutilização” (CETESB, 2023). Além dessa grande área, outros locais na região que possuem proximidade com a rota preferencial e as variantes são referentes à postos de combustíveis (dois em estágio de “processo de remediação” e outro classificado como “área reabilitada para o uso declarado”). Há ainda uma “área contaminada sob investigação” na rua Glicério.

Na rua Luiz Porrio e na travessia da Avenida Nove de Julho, o traçado passa próximo a uma área “em processo de monitoramento para encerramento” e outra “em processo de remediação”, ambas associadas a postos de combustíveis. Há ainda três outras áreas categorizadas como “reabilitadas para uso declarado” localizadas na rua Rego Freitas e avenida Duque de Caxias. A Cetesb categoriza ainda áreas de “Restrição de Uso das Águas Subterrâneas”, sendo uma delas localizada na rua Catorze de Julho, adjacente a rota preferencial e cuja contaminação está relacionada também a um posto de combustível.

Na medida do possível, esses locais deverão ser evitados pelas alternativas de traçado estudadas, devido ao seu complexo gerenciamento, que pode adicionar complexidade à implantação da LT, além de atrasos no cronograma das obras.

3.1.3.5. Áreas de Relevância Socioambiental

Dentro do corredor da LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR C1/C2, é observado apenas um sítio arqueológico registrado no Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), conforme Figura 15. Essa localidade é referente a remanescentes esqueléticos humanos associados à necrópole Cemitério dos Aflitos, com início de atividades em 1775 e encerramento em 1858, cuja localização é entre as ruas dos estudantes, da Glória e Galvão Bueno.

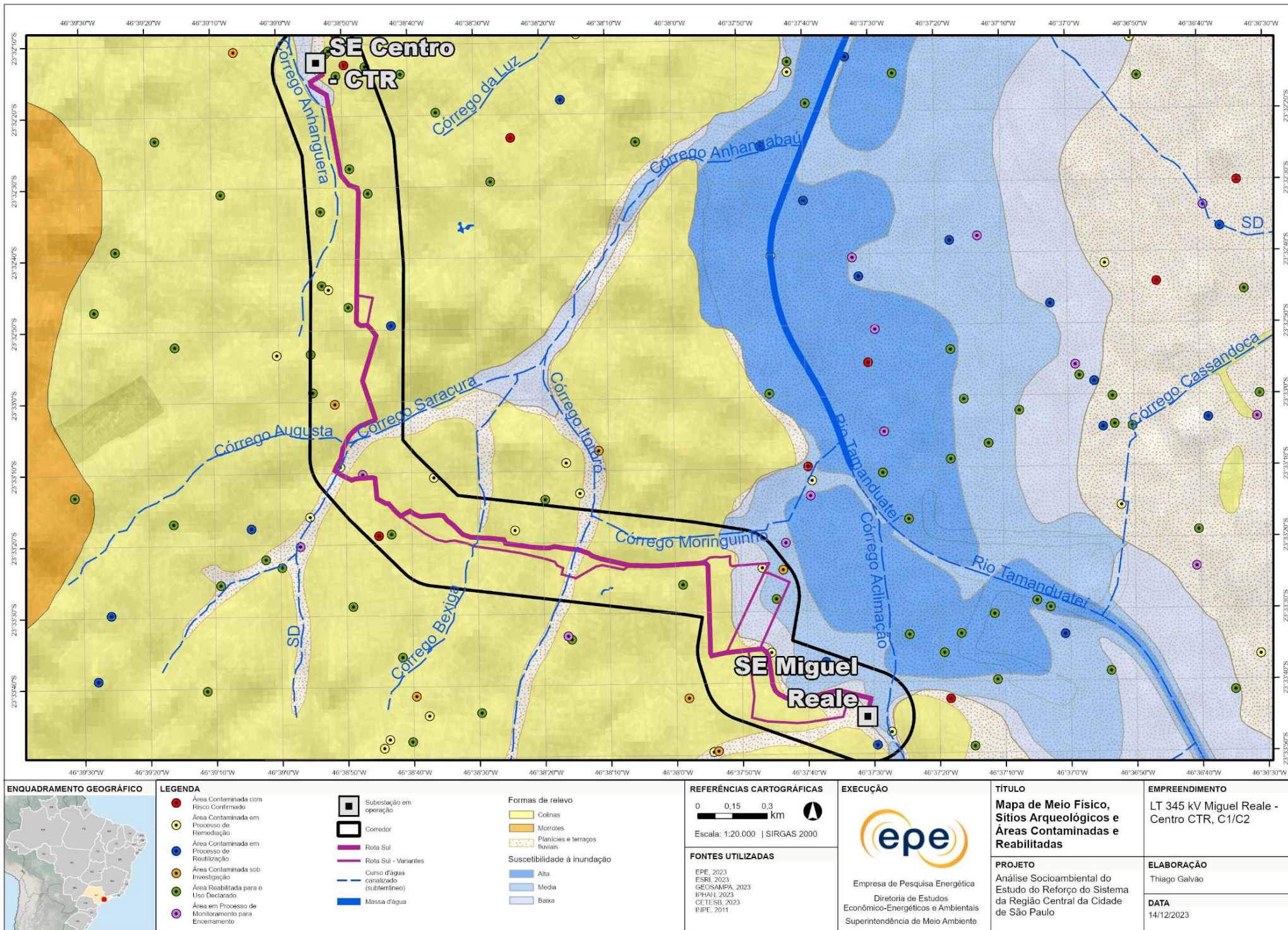
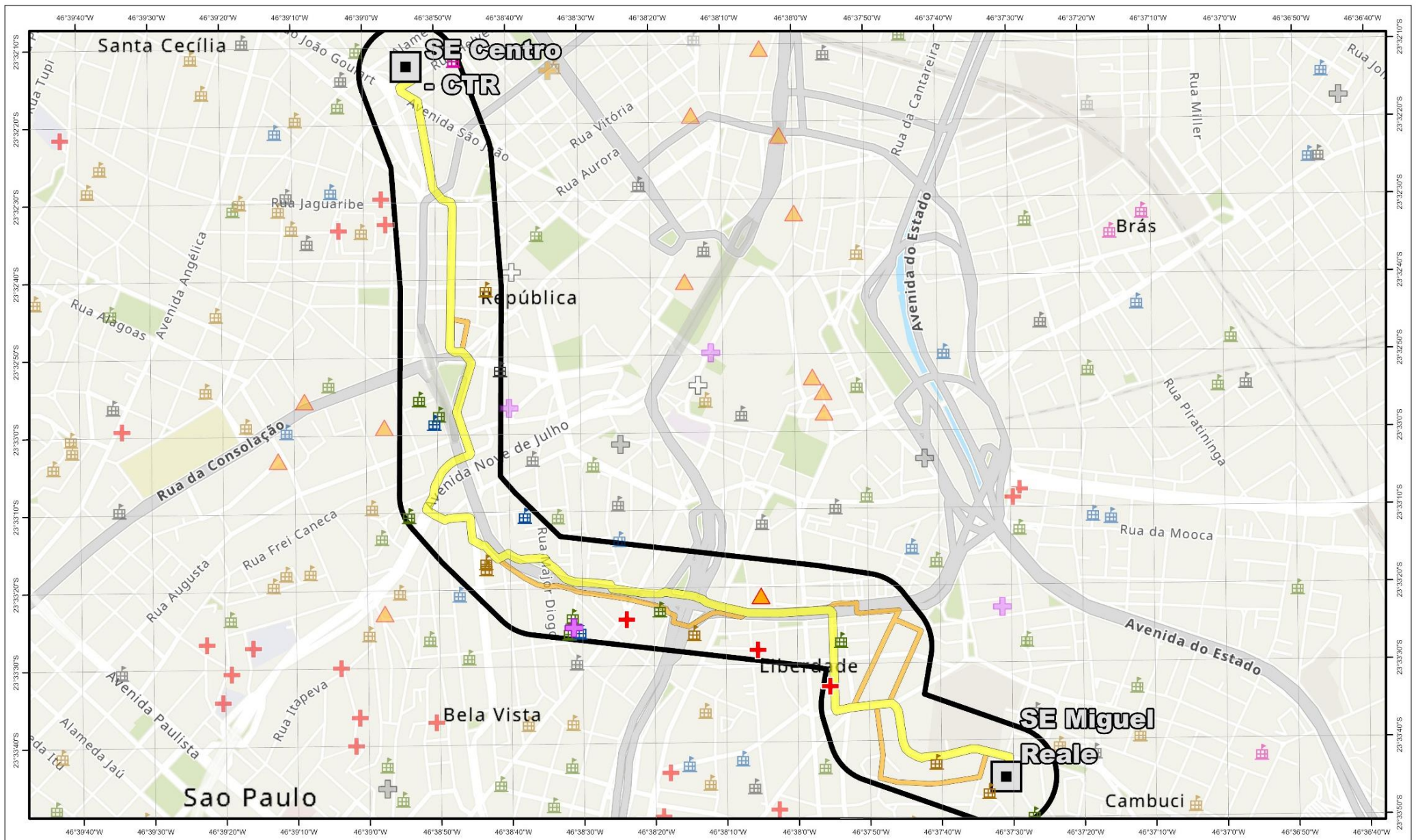


Figura 3 – Meio físico no corredor da LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR C1/C2



ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO 	LEGENDA <ul style="list-style-type: none"> Corredor Subestação em operação Rota Sul Rota Sul - Variantes Sítio Arqueológico Unidades DST/AIDS Posto de Saúde Saúde Mental Hospital Ambulatórios Senai-Sesi-Senac Ensino Técnico Público Outras Instituições de Ensino Rede Privada de Ensino Rede Pública de Educação Infantil Rede Pública de Ensino Fundamental/Médio 	REFERÊNCIAS CARTOGRAFICAS Escala: 1:20.000 SIRGAS 2000	EXECUÇÃO Empresa de Pesquisa Energética Diretoria de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais Superintendência de Meio Ambiente	TÍTULO Mapa de Áreas de Relevância Socioambiental	EMPREENDIMENTO LT 345 kV Miguel Reale - Centro CTR, C1/C2
		FONTES UTILIZADAS EPE, 2023 ESRI, 2023 IPHAN, 2023 GEOSAMPA, 2023	PROJETO Análise Socioambiental do Estudo do Reforço do Sistema da Região Central da Cidade de São Paulo	ELABORAÇÃO André Viola Barreto	DATA 15/12/2023

Figura 16 – Áreas de relevância socioambiental no corredor da LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR C1/C2

De acordo com informações contidas no “Portal Geosampa”, a rua do Lavapés, no trecho onde percorre a rota preferencial, é categorizada como “Área de Interesse Arqueológico”, nomeada de “Caminho Histórico da Glória e Lavapés”. Destaca-se ainda que ao longo das vias percorridas pela variante e rota preferencial há bens tombados, como, por exemplo, o Centro de Preservação Cultural da USP (Casa de Dona Yayá).

De acordo com os dados do portal Geosampa, há dois equipamentos de educação localizados nas vias selecionadas pela rota preferencial e variantes, uma escola da rede privada (situado na rua do Lavapés) e uma rede pública de educação infantil (na rua Conde de São Joaquim). O corredor da LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR C1/C2 abrange ainda outras unidades de educação, inclusive em alguns casos a rota preferencial ou a variante está localizada na rua paralela à entrada preferencial do estabelecimento, havendo, portanto, proximidade considerável (Figura 16).

Com relação à equipamentos de saúde, o Hospital Sancta Maggiore Liberdade está localizado na rua Mituto Mizumoto, via selecionada para a rota preferencial. Outros dois hospitais e uma unidade básica de saúde também estão situados no corredor, porém em vias não utilizadas como referência de caminamento para a LT planejada (Figura 16).

É aconselhável que obras de grande porte permaneçam afastadas de escolas e hospitais, que por conta da natureza de suas atividades, são mais sensíveis e afetadas negativamente por elevados níveis de ruídos, poeira e restrição na acessibilidade, que inevitavelmente ocorrem nas obras de implantação de LTs subterrâneas. Sendo assim, na concepção das alternativas, buscou-se delinear traçados de modo a minimizar restrições técnicas e de horários durante a fase de implantação nessas áreas. Para o caso do Hospital Sancta Maggiore Liberdade, a variante pela rua Glicério ou Teixeira Leite poderiam reduzir as interferências. Com relação às unidades educacionais, também é possível aumentar o distanciamento por meio da utilização de variantes em alguns trechos e priorização da rota preferencial em outras regiões (Figura 16).

O corredor abrange ainda unidades de cultura (teatros, bibliotecas, cinemas, museus etc.), além de locais para a prática religiosa, os quais deverão também ser localizados para minimização de interferências durante a fase de construção da futura LT.

Alguns parques e praças são atravessadas ou se localizam de forma adjacente à rota preferencial e as variantes, a saber: Praça dos Artesãos Calabreses (Figura 4); Praça Pérola Byington; Praça Ítalo Bagnoli; Praça Franklin Roosevelt; e Largo do Arouche. Destaca-se que nestes locais há geralmente maior ocorrência de arborização urbana, e a abertura das valas para a implantação das linhas subterrâneas pode demandar corte de raízes de árvores, já que algumas espécies se espalham horizontalmente por uma grande área. Caso parte delas necessitem ser cortadas é importante que o corte seja feito o mais distante possível do tronco da árvore para evitar danos que comprometam sua estabilidade. No intuito de minimizar

interferência em raízes, sugere-se para aprofundamento da questão ou validação, o apoio da Secretaria de Meio Ambiente e Urbanismo da Prefeitura (SEUMA) sobre possíveis estudos, inventários ou planos de arborização existentes.

Não há registro de instalações do Corpo de Bombeiros na área do corredor.

3.1.3.6. Cobrança pelo Uso do Solo Urbano

Como a LT 345 kV Centro - Miguel Reale C1/C2 será integralmente construída sob vias e locais públicos, não impactando propriedades particulares, foi considerada dispensável a elaboração de Relatório R5.

A Lei nº 13.614, de 2 de julho de 2003, estabelece as diretrizes para a utilização das vias públicas municipais, inclusive dos respectivos subsolo e espaço aéreo, e das obras de arte de domínio municipal, para a implantação e instalação de equipamentos de infraestrutura urbana destinados à prestação de serviços públicos e privados (SÃO PAULO, 2003).

O Anexo A desta lei apresenta uma tabela de cálculo da retribuição mensal (reais por metro quadrado, data base julho de 2003) para redes subterrâneas, a depender do tipo de serviço, tipo de via, método empregado para construção, e localização da obra. Dessa forma, foi possível fazer uma estimativa do custo relacionado à cobrança pelo uso do subsolo urbano. Neste cálculo, considerou-se como caminhamento da LT a rota preferencial (localizada na região “Mini Anel”), com uma vala de largura referencial de 2,6 metros para abrigar os circuitos. O tipo de construção considerado não incluiu o método não destrutivo (10% menos custoso), priorizando um cenário mais conservador de custo de retribuição mensal. Os valores por trecho e a estimativa, em reais, do custo mensal é apresentada na Tabela 9 a seguir.

Tabela 9 – Estimativa do custo mensal de utilização das vias públicas municipais

Via	Tipo	Área (m ²)	Valor de Referência (R\$/m ²)	Estimativa de Custo Mensal (R\$) – referência jul/2003
Rua dos Lavapés (trecho 1)	Arterial	1240	0,45	558
Rua dos Lavapés (trecho 2)	Coletora	1612	0,405	725,4
Rua Mituto Mizumoto	Local	624	0,36	252,7
Complexo Viário Evaristo Comolatti	VTR	962	0,45	346,3
Travessia Corredor Norte-Sul	VTR	1404	0,45	631,8
Praça dos Artesãos Calabreses	Local	130	0,36	58,5
Viaduto Júlio de Mesquita Filho	VTR	208	0,45	74,9
Trecho de Canteiro	Arterial*	494	0,45	222,3
Rua Jaceguai	Coletora	52	0,405	23,4
Rua Quatorze de Julho	Coletora	754	0,405	305,4
Travessia Viaduto Júlio de Mesquita Filho	VTR	405,6	0,45	164,3

Via	Tipo	Área (m ²)	Valor de Referência (R\$/m ²)	Estimativa de Custo Mensal (R\$) – referência jul/2003
Rua Professor Laerte Ramos de Carvalho	Coletora	117	0,405	52,7
Rua João Passalacqua	Arterial	260	0,45	105,3
Rua Luiz Porrio	Coletora	325	0,405	146,2
Rua Delegado Everton	Local	234	0,36	94,8
Avenida Nove de Julho	Arterial	169	0,45	60,8
Rua Avanhadava	Coletora	221	0,405	99,4
Rua Martinho Prado	Coletora	624	0,405	252,7
Praça Franklin Roosevelt	Local	455	0,36	184,3
Travessia Rua da Consolação	Arterial	520	0,45	187,2
Rua Rego Freitas	Coletora	273	0,405	122,8
Travessia Largo do Arouche (trecho 1)	Coletora	1469	0,405	594,9
Travessia Largo do Arouche (trecho 2)	Local	65	0,36	26,3
Travessia Largo do Arouche (trecho 3)	Arterial	143	0,45	51,5
Rua Dr. Frederico Steidel	Coletora	78	0,405	35,1
Avenida São João	Arterial	845	0,45	342,2
Rua Helvétia	Coletora	312	0,405	140,4
TOTAL		12.912		5.365

*considerado como área de pedestre, equivalente a via arterial

Considerando atualização desse valor pelo IPCA, conforme estabelecido no artigo 10º da Lei nº 13.614/ 2003, a estimativa de cobrança mensal, considerando a data base de novembro de 2023², seria de cerca de R\$ 16,6 mil reais por mês.

3.1.3.7. Recomendações para o Relatório R3

Deverão ser estudadas criteriosamente, durante a elaboração do Relatório R3 deste empreendimento, as opções de traçado para a futura LT, escolhendo-se a alternativa mais viável do ponto de vista socioambiental e construtivo. Importante reiterar que, a partir do refinamento e complementação das informações em levantamentos e estudos posteriores, o conjunto de alternativas sugeridas pode admitir outras proposições, inclusive uma eventual combinação entre as rotas, desde que justificadas tecnicamente. A seguir, são apresentadas as principais recomendações para a definição da diretriz da LT planejada, quando da elaboração do referido relatório:

² Atualização pelo IPCA utilizando a Calculadora do Cidadão do Banco Central do Brasil, disponível em:

<https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADA0/publico/corrigirPorIndice.do?method=corrigirPorIndice>

1. Obter informações atualizadas da rede de distribuição de gás junto à Companhia de Gás de São Paulo (Comgás).
2. Obter informações atualizadas da rede de água e esgoto da cidade junto à Sabesp, considerando as tubulações de maior relevância e sobre expansão futura na área do empreendimento.
3. Consultar a Prefeitura e Governo do Estado sobre previsão de obras lineares futuras que possam interferir na implantação da LT subterrânea, tais como implantação de VLTs, BRTs, ciclovias, obras de macrodrenagem urbana, expansão de linhas de metrô e de vias urbanas.
4. Prospectar e avaliar dados de infraestrutura subterrânea que não foram contemplados (por falta de disponibilidade) neste relatório, tais como: rede de comunicação (fibra ótica), galerias de drenagem pluvial e estruturas de combate a inundações ou alagamentos etc.
5. Identificar em campo a existência de obras em andamento e registrar no corpo do Relatório.
6. Consultar órgãos responsáveis pela manutenção de obras de arte (ex: pontes, viadutos, túneis etc.) acerca da adição de nova carga permanente, representada pela passagem de cabos, se for o caso.
7. Obter maiores informações sobre o trânsito com a Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo.
8. Consultar as Prefeituras, o Governo do Estado e instituições de ensino e pesquisa sobre a existência de informações ou estudos relacionados a condições físico-químicas do solo da região de estudo, bem como ao nível freático próximo à diretriz elaborada;
9. Consultar a Prefeitura de São Paulo sobre a existência de planos de arborização e avaliar as possíveis interferências.
10. Desviar ou minimizar a passagem da LT em indivíduos arbóreos.
11. Estudar criteriosamente as travessias com três linhas de metrô (azul, amarela e vermelha), localizando essas estruturas e estabelecendo distanciamento vertical referencial para passagem da LT.
12. Estudar criteriosamente as travessias com os quatro afluentes do córrego Anhangabaú, canalizados e situados no subsolo, estabelecendo distanciamento vertical referencial para passagem da LT.
13. Sempre que possível, minimizar interferências com infraestruturas subterrâneas de energia (gás e eletricidade), água e esgoto, considerando principalmente as redes de maior porte.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica, 2023. Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico – SIGEL. Disponível em: <http://sigel.aneel.gov.br/sigel.html>. Acesso em novembro de 2023.

CETESB, 2023. Relação de áreas contaminadas e reabilitadas no Estado de São Paulo. São Paulo: Cetesb. Disponível em <https://mapas.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/sigamgeo/SIGAMGEO-PUBLICO/#>. Acesso em novembro de 2023.

COMGÁS, 2019. Rede de Gás dos Municípios de São Paulo, São Caetano do Sul, Santo André e Guarulhos. Arquivos em formato Shapefile (SHP) cedidos pela Comgás.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil, 2010. Mapa de Declividade em Percentual do Relevo Brasileiro. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geodiversidade/Mapa-de-Declividade-em-Percentual-do-Relevo-Brasileiro-3497.html>. Acesso em: Acesso em novembro de 2023.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2015. Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: município de São Paulo - SP. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/15216>. Acesso em novembro de 2023.

ENEL. Enel Distribuição São Paulo, 2023. Rede subterrânea de distribuição de alta e média tensão no município de São Paulo. Arquivos em formato KMZ cedidos pela ENEL.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética, 2023. Base Georreferenciada de Linhas de Transmissão e Subestações. Disponível em: <https://gisepeprd.epe.gov.br/webmapepe/>. Acesso em outubro de 2023.

ESRI, 2023a. ArcGis Online, World Traffic Service. Disponível em: <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=ff11eb5b930b4fabba15c47feb130de4>. Acesso em novembro de 2023.

ESRI, 2023b. Environmental Systems Research Institute. ArcGIS Pro. Disponível em: <https://www.esri.com/en-us/home>. Acesso em: novembro de 2023.

GEOSAMPA, 2023. Prefeitura de São Paulo. Portal GeoSampa – Mapa Digital da Cidade de São Paulo. Disponível em: geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/SBC.aspx. Acesso em outubro de 2023.

GOOGLE, 2023. Google Earth Pro. Disponível em: <https://www.google.com/earth/> Acesso em novembro de 2023.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2011. Relevo sombreado. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>. Acesso: junho de 2021.

IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 2023. Sítios Arqueológicos Georreferenciados. Arquivos em formato WFS. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br>. Acesso em novembro de 2023.

SABESP, 2023. Sistema de distribuição de água e coleta de esgoto em trechos dos bairros de Sé, Cambuci, Liberdade, Cambuci, Bela Vista, República e Santa Cecília (cidade de São Paulo). Arquivos em formato DWG cedido pela Sabesp no ano de 2023.

SÃO PAULO, 2003. Lei nº 13.614 de 2 de julho de 2003. Estabelece as diretrizes para a utilização das vias públicas municipais, inclusive dos respectivos subsolo e espaço aéreo, e das obras de arte de domínio municipal, para a implantação e instalação de equipamentos de infra-estrutura urbana destinados à prestação de serviços públicos e privados; delega competência ao Departamento de Controle de Uso de Vias Públicas da Secretaria de Infra-Estrutura Urbana para outorgar a permissão de uso; disciplina a execução das obras dela decorrentes, e dá outras providências. Disponível em: <https://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-13614-de-02-de-julho-de-2003>. Acesso em novembro de 2023.

WIKIMAPIA, 2023. Feições mapeadas e cadastradas em imagens de satélite. Disponível em: <http://wikimapia.org/>. Acesso em novembro de 2023.

APÊNDICE A – TABELA DE COMPARAÇÃO DA LT SUBTERRÂNEA

Linhas Subterrâneas	
Tabela 1 - Comparação da diretriz da LT (Relatório R3) com o proposto no Relatório R1	
Responsável pelo preenchimento:	
Contato do Responsável:	
Data:	
Comparação da diretriz da linha de transmissão (R3) com o corredor estudado no R1	
LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR C1/C2	
Extensão de referência (R1): 5,1 km	Extensão da diretriz da LT (R3):
Variação da extensão e preferencial(ais) motivos:	
A diretriz está inteiramente inserida no corredor?	
No caso de não inserção da diretriz do R3 no corredor do R1, informar os motivos:	
Pontos notáveis verificados no R3, não identificados no R1	
Recomendações do R1 e atendimento no R3	
Recomendações do R1	Foi atendida a recomendação? Se não, justificar.
1. Obter informações atualizadas da rede de distribuição de gás junto à Companhia de Gás de São Paulo (Comgás).	
2. Obter informações atualizadas da rede de água e esgoto da cidade junto à Sabesp, considerando as tubulações de maior relevância e sobre expansão futura na área do empreendimento.	
3. Consultar a Prefeitura e Governo do Estado sobre previsão de obras lineares futuras que possam interferir na implantação da LT subterrânea, tais como implantação de VLTs, BRTs, ciclovias, obras de macrodrenagem urbana, expansão de linhas de metrô e de vias urbanas.	
4. Prospectar e avaliar dados de infraestrutura subterrânea que não foram contemplados (por falta de disponibilidade) neste relatório, tais como: rede de comunicação (fibra ótica), galerias de drenagem pluvial e estruturas de combate a inundações ou alagamentos etc.	
5. Identificar em campo a existência de obras em andamento e registrar no corpo do Relatório.	
6. Consultar órgãos responsáveis pela manutenção de obras de arte (ex: pontes, viadutos, túneis etc.) acerca da adição de nova carga permanente, representada pela passagem de cabos, se for o caso.	

7. Obter maiores informações sobre o trânsito com a Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo.	
8. Consultar as Prefeituras, o Governo do Estado e instituições de ensino e pesquisa sobre a existência de informações ou estudos relacionados a condições físico-químicas do solo da região de estudo, bem como ao nível freático próximo à diretriz elaborada;	
9. Consultar a Prefeitura de São Paulo sobre a existência de planos de arborização e avaliar as possíveis interferências.	
10. Desviar ou minimizar a passagem da LT em indivíduos arbóreos.	
11. Estudar criteriosamente as travessias com três linhas de metrô (azul, amarela e vermelha), localizando essas estruturas e estabelecendo distanciamento vertical referencial para passagem da LT.	
12. Estudar criteriosamente as travessias com os quatro afluentes do córrego Anhangabaú, canalizados e situados no subsolo, estabelecendo distanciamento vertical referencial para passagem da LT.	
13. Sempre que possível, minimizar interferências com infraestruturas subterrâneas de energia (gás e eletricidade), água e esgoto, considerando principalmente as redes de maior porte.	

APÊNDICE B – RELATÓRIO EXPEDITO DE INSPEÇÃO DE CAMPO

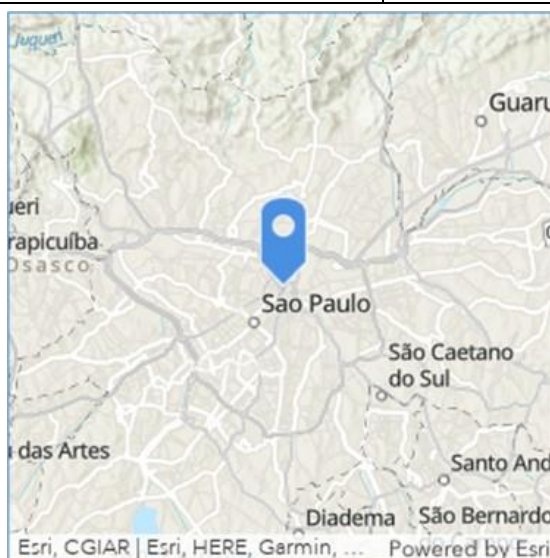
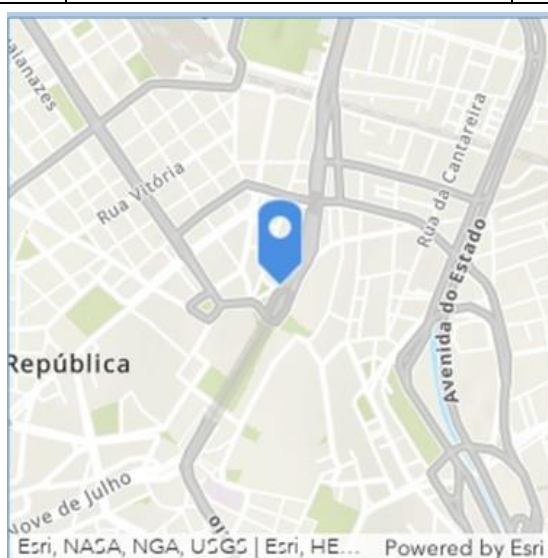
Objetivo: inspecionar áreas previamente levantadas para fins de verificação de viabilidade de passagem de LT subterrânea em trechos de alta complexidade construtiva, considerando as alternativas elaboradas para a conexão elétrica em 345 kV, bem como a visita a subestações de energia associadas ao estudo

Responsáveis: André Barreto e Thiago Galvão

Unidade: Superintendência de Meio Ambiente – SMA/EPE

1) Pontos de Inspeção – Rota Norte

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
1.1	-46.63520611; -23.54246501	25 de Outubro de 2023, às 12:15	Sistema viário



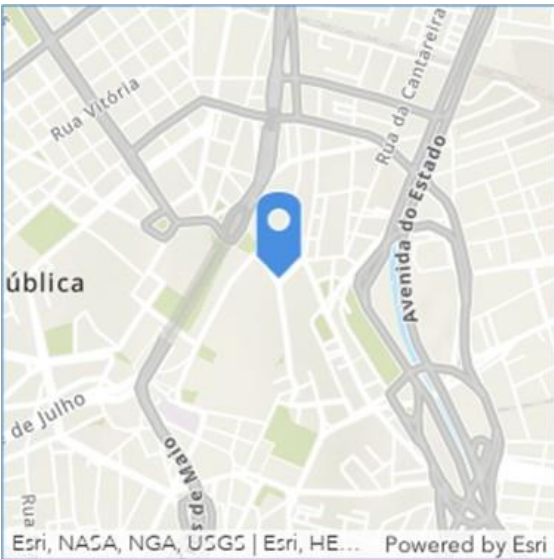




Registros fotográficos

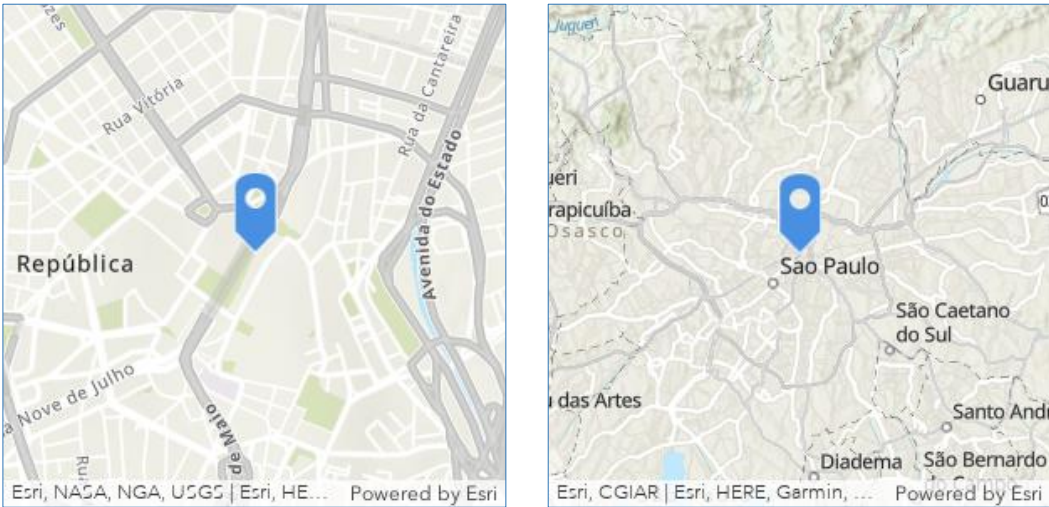



Cruzamento viário (passarela)

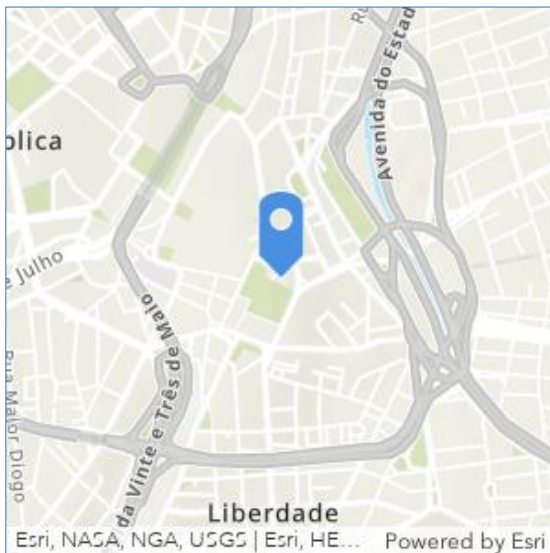


Cruzamento viário

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
1.2	-46.6335878 / -23.54510293	25 de outubro de 2023 às 11:53	Infraestruturas lineares
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>			
Registros fotográficos			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Calçada de pedestre</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Calçada de pedestres e obra em andamento</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Obra de água e esgoto da Sabesp</p> </div> </div>			

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
1.3	-46.635972; -23.544797	25 de outubro de 2023 às 12:04	Sistema viário
			
Registros fotográficos			
			
Calçadão de pedestres	Calçamento acima de túnel	Calçamento adjacente	

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
1.4	-46.63261284; -23.55014163	25 de outubro de 2023 às 11:00	Infraestruturas lineares, passagem de pedestre e estação de metrô



Registros fotográficos



Passeio público



Indivíduos arbóreos



Gradil de metrô ao fundo



Visada da Praça da Sé



Estação de metrô



Arborização urbana

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
1.5	-46.63375408 / -23.54889048	25 de outubro de 2023 às 11:40	Infraestruturas lineares



Registros fotográficos



Calçadão de pedestres



Indicação de infraestruturas subterrâneas

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
1.6	46.63726053 / -23.54722729	25 de outubro de 2023 às 10:34	Sistema viário



Registros fotográficos



Passarela de pedestres



Visada a partir do viaduto do chá



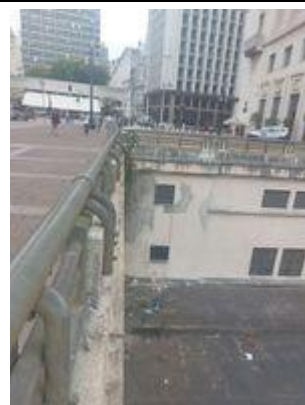
Visada superior



Travessia de viaduto

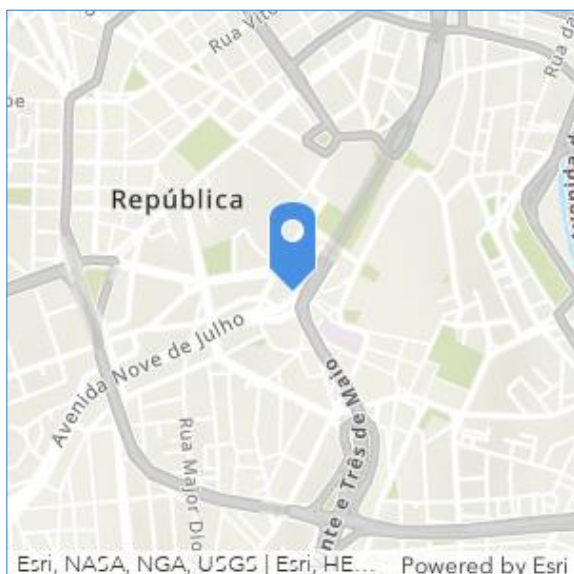


Pilar antigo na ponte



Estruturas subterrâneas, prédio público e calçadão

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
1.7	46.6392846 / -23.5484141	25 de outubro de 2023 às 10:06	Trânsito



Registros fotográficos



Cruzamento viário embaixo de viaduto

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
1.8	-46.6393989 / -23.54552655	25 de outubro de 2023 às 10:54	Calçada comércio



Registros fotográficos



Calçada de pedestres



Vale do Anhangabaú

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
1.9	46.64156722 / -23.54324046	25 de outubro de 2023 às 09:17	Sistema viário, Área verde e viário



Registros fotográficos



Praça da República



Via adjacente à praça



Via adjacente à praça





Corpo d'água presente na praça



Via adjacente à praça

2) Pontos de Inspeção – Rota Central

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
2.1	-46.63875991 / -23.54948588	25 de outubro de 2023 às 10:25	Sistema viário

Registros fotográficos

 <p>Visada da Avenida 23 de maio</p>	 <p>Visada a partir de passarela</p>	 <p>Avenida 23 de maio</p>
 <p>Indicativo de presença de rede de gás</p>	 <p>Visada da Rua do Ouvidor</p>	

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
2.2	46.64027269 / -23.54739321	25 de outubro de 2023 às 09:53	Sistema viário



Registros fotográficos



Talude de corte com muro de pedra



Arruamento adjacente ao talude



Arruamento com sinuosidade



Praça com indivíduos arbóreos e obelisco



Proximidade com estação de metrô

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
2.3	-46.64342602 / -23.54496851	25 de outubro de 2023 às 09:44	Infraestruturas lineares



Registros fotográficos



Presença de ciclovia



Proximidade com estação de metrô



Cruzamento viário



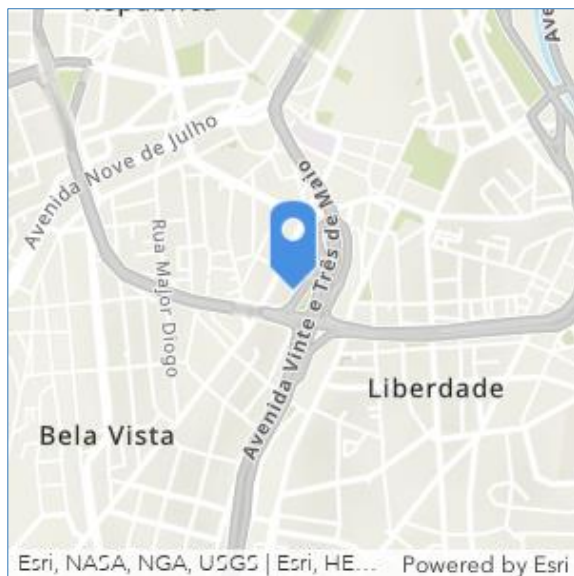
Estabelecimento comercial



Prédio comercial

3) Pontos de Inspeção – Rota Sul

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
3.1	-46.63823184 / -23.55519153	25 de outubro de 2023 às 14:41	Sistema viário



Registros fotográficos



Viaduto Jaceguai

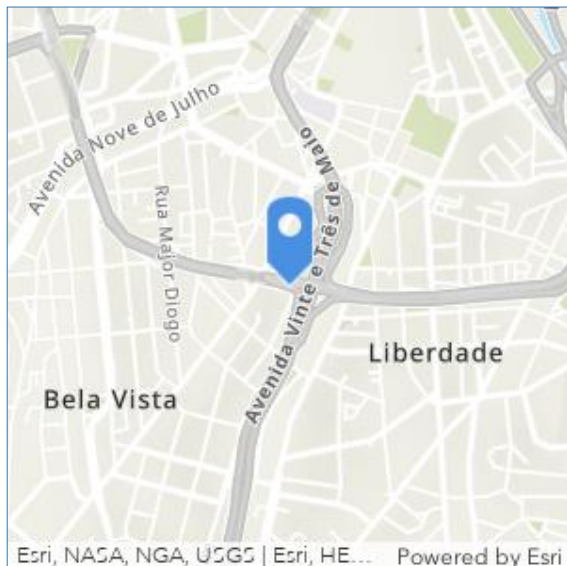


Praça dos Artesãos Calabreses



Avenida 23 de maio

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
3.2	46.63843756 / -23.55621725	25 de outubro de 2023 às 14:52	Sistema viário



Registros fotográficos



Avenida 23 de maio

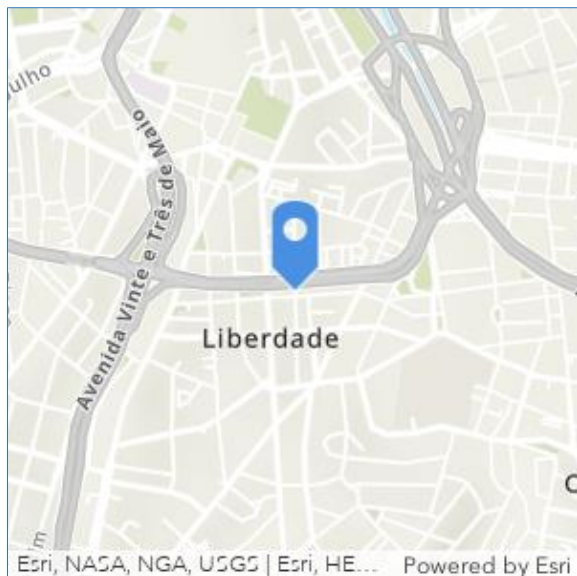


Viaduto Jaceguai



Via de conexão para Avenida 23 de maio

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
3.3	-46.63202638 / -23.55691067	25 de outubro de 2023 às 15:09	Sistema viário



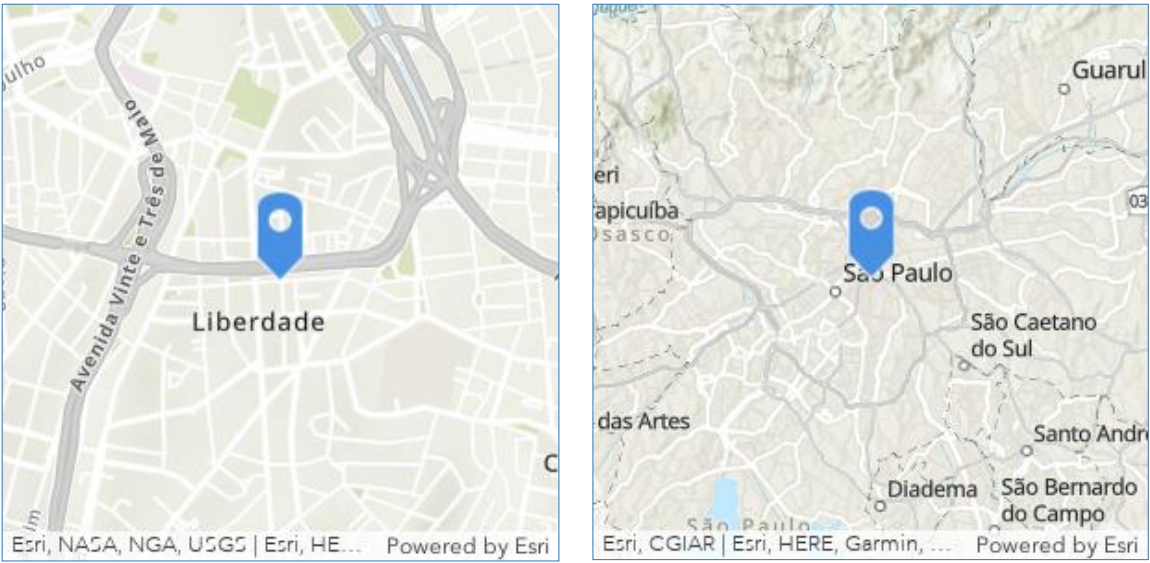
Registros fotográficos



Benfeitorias no ponto de cruzamento da LT



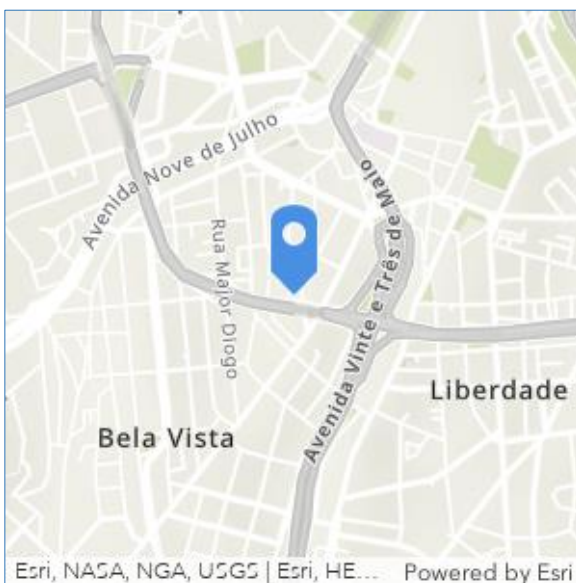
Muro sob viaduto

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
3.4	-46.63205491 / -23.55702599	25 de outubro de 2023 às 15:10	Sistema viário
			

Registros fotográficos

 <p>Estacionamento com gradeamento em via</p>	 <p>Via pública local</p>
---	---

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
3.5	46.64048657 / -23.55532232	26 de outubro de 2023 às 10:58	Sistema viário



Registros fotográficos



Visada de túnel

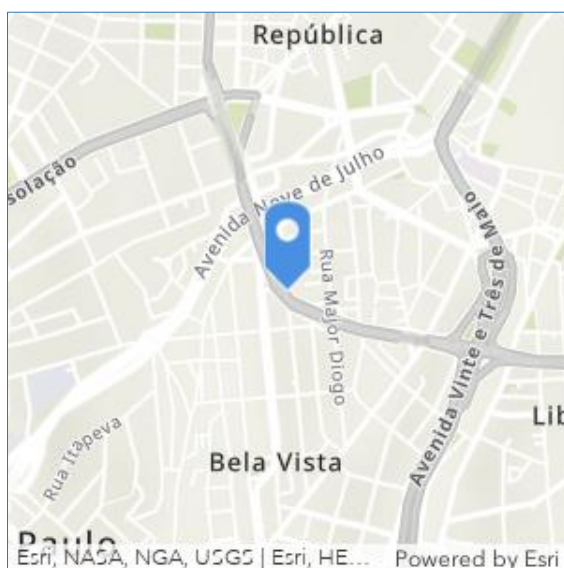


Calçamento e arborização



Indicação de presença de rede de gás

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
3.6	-46.64474899 / -23.55412893	26 de outubro de 2023 às 11:07	Sistema viário



Registros fotográficos



Região de conexão viária



Árvores com raízes expostas



Arborização urbana

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
3.7	-46.64568545 / -23.55427732	26 de outubro de 2023 às 10:56	Sistema viário



Registros fotográficos



Rua João Passalacqua

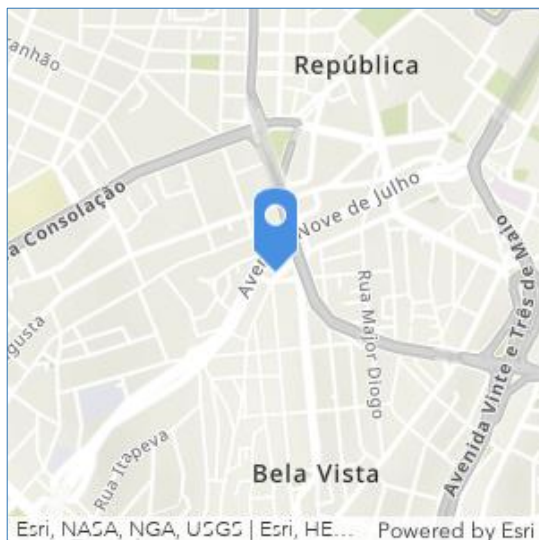


Trechos com desnível



Conexão viária

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
3.8	46.64683123 / -23.55283821	26 de outubro de 2023 às 10:38	Sistema viário



Registros fotográficos



Rua Luiz Porrio



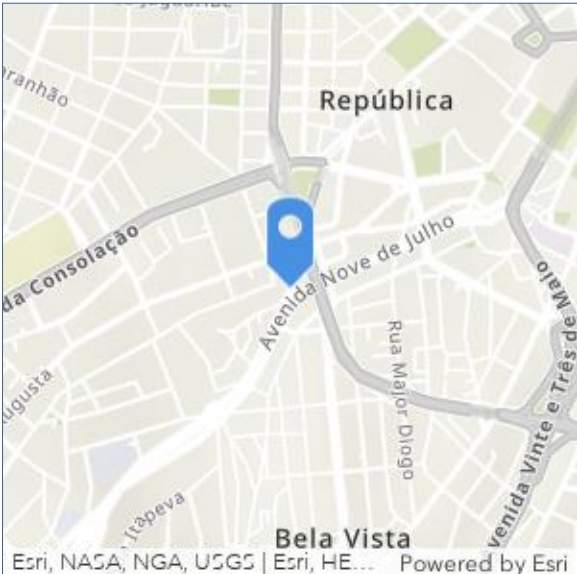

Rua Luiz Porrio



Cruzamento Rua Luiz Porrio com Rua João Passalaqua



Rua Luiz Porrio

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
3.9	-46.64718418 / -23.55160743	26 de outubro de 2023 às 10:16	Sistema viário
			

Registros fotográficos



Cruzamento viário



Visada Rua Luiz Porrio ao fundo



Calçamento e via



Viaduto

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
3.10	46.6458161 / -23.55068798	26 de outubro de 2023 às 10:10	Sistema viário, Desvio de complexo viário (viadutos)



Registros fotográficos



Cruzamento viário



Passagem de viaduto ao fundo



Rua Martinho Prado



Arruamento sob ponte

Ponto	Coordenadas	Data	Tema
3.11	-46.64592963 / -23.54770516	26 de outubro de 2023 às 10:00	Sistema viário, Trânsito



Registros fotográficos



Via Praça Franklin Roosevelt



Cruzamento viário



Cruzamento com desnível e estruturas em concreto

APÊNDICE A – TABELA DE COMPARAÇÃO DA LT SUBTERRÂNEA

Linhas Subterrâneas	
Tabela 1 - Comparação da diretriz da LT (Relatório R3) com o proposto no Relatório R1	
Responsável pelo preenchimento:	
Contato do Responsável:	
Data:	
Comparação da diretriz da linha de transmissão (R3) com o corredor estudado no R1	
LT 345 kV Miguel Reale – Centro CTR C1/C2	
Extensão de referência (R1): 5,1 km	Extensão da diretriz da LT (R3):
Variação da extensão e preferencial(ais) motivos:	
A diretriz está inteiramente inserida no corredor?	
No caso de não inserção da diretriz do R3 no corredor do R1, informar os motivos:	
Pontos notáveis verificados no R3, não identificados no R1	
Recomendações do R1 e atendimento no R3	
Recomendações do R1	Foi atendida a recomendação? Se não, justificar.
1. Obter informações atualizadas da rede de distribuição de gás junto à Companhia de Gás de São Paulo (Comgás).	
2. Obter informações atualizadas da rede de água e esgoto da cidade junto à Sabesp, considerando as tubulações de maior relevância e sobre expansão futura na área do empreendimento.	
3. Consultar a Prefeitura e Governo do Estado sobre previsão de obras lineares futuras que possam interferir na implantação da LT subterrânea, tais como implantação de VLTs, BRTs, ciclovias, obras de macrodrenagem urbana, expansão de linhas de metrô e de vias urbanas.	
4. Prospectar e avaliar dados de infraestrutura subterrânea que não foram contemplados (por falta de disponibilidade) neste relatório, tais como: rede de comunicação (fibra ótica), galerias de drenagem pluvial e estruturas de combate a inundações ou alagamentos etc.	
5. Identificar em campo a existência de obras em andamento e registrar no corpo do Relatório.	
6. Consultar órgãos responsáveis pela manutenção de obras de arte (ex: pontes, viadutos, túneis etc.)	

acerca da adição de nova carga permanente, representada pela passagem de cabos, se for o caso.	
7. Obter maiores informações sobre o trânsito com a Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo.	
8. Consultar as Prefeituras, o Governo do Estado e instituições de ensino e pesquisa sobre a existência de informações ou estudos relacionados a condições físico-químicas do solo da região de estudo, bem como ao nível freático próximo à diretriz elaborada;	
9. Consultar a Prefeitura de São Paulo sobre a existência de planos de arborização e avaliar as possíveis interferências.	
10. Desviar ou minimizar a passagem da LT em indivíduos arbóreos.	
11. Estudar criteriosamente as travessias com três linhas de metrô (azul, amarela e vermelha), localizando essas estruturas e estabelecendo distanciamento vertical referencial para passagem da LT.	
12. Estudar criteriosamente as travessias com os quatro afluentes do córrego Anhangabaú, canalizados e situados no subsolo, estabelecendo distanciamento vertical referencial para passagem da LT.	
13. Sempre que possível, minimizar interferências com infraestruturas subterrâneas de energia (gás e eletricidade), água e esgoto, considerando principalmente as redes de maior porte.	