



ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS:RELATÓRIO R1

**ATENDIMENTO À REGIONAL
LESTE DA ENERGISA SUL-
SUDESTE**

DEZEMBRO DE 2024

■ Colaboradores

Relatório R1 - EPE-DEE-RE-082/2024-r0

Coordenação Geral

Reinaldo da Cruz Garcia

Coordenação Executiva

Thiago Dourado Martins

Coordenação Técnica

Daniel José Tavares de Souza

Equipe Técnica

Bruno Scarpa Alves da Silveira

Fabiano Schmidt

Paulo Fernando de Matos Araujo

Vanessa Stephan Lopes



VALOR PÚBLICO

COM ESTE RELATÓRIO, A EPE RECOMENDA UM CONJUNTO DE OBRAS PARA REFORÇO SISTÊMICO COM A CONSTRUÇÃO DE UMA NOVA SUBESTAÇÃO DE REDE BÁSICA DENOMINADA NOVA EXTREMA NA REGIÃO DO MUNICÍPIO DE EXTREMA, LOCALIZADO NO SUL DO ESTADO DE MINAS GERAIS E DIVISA COM O ESTADO DE SÃO PAULO.

OBJETIVANDO AUMENTAR A CONFIABILIDADE, CAPACIDADE E QUALIDADE DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA DE 138 kV NA REGIÃO, O EMPREENDIMENTO VISA NÃO APENAS ATENDER À CRESCENTE DEMANDA DE CARGA, MAS TAMBÉM FOMENTAR O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO LOCAL. A INICIATIVA PRETENDE ASSEGURAR UMA INFRAESTRUTURA ENERGÉTICA ROBUSTA E EFICIENTE, CAPAZ DE SUPORTAR O CRESCIMENTO ACELERADO DA REGIÃO E ESTIMULAR NOVOS INVESTIMENTOS E OPORTUNIDADES ECONÔMICAS, PROMOVENDO UM AMBIENTE MAIS DINÂMICO E SUSTENTÁVEL PARA EMPRESAS E COMUNIDADES.

PARA A SOLUÇÃO, SEGUINDO OS CRITÉRIOS E PROCEDIMENTOS PARA AS ANÁLISES DE MÍNIMO CUSTO GLOBAL PARA A EXPANSÃO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO, O PRESENTE ESTUDO PROPÕE O SECCIONAMENTO DA LINHA DE TRANSMISSÃO ESTREITO – FERNÃO DIAS COM TENSÃO OPERATIVA DE 500 kV, CONSTRUÇÃO DE UMA SUBESTAÇÃO DE REDE BÁSICA COM TRANSFORMAÇÃO DE 500 kV PARA 138 kV E DE NOVAS LINHAS DE DISTRIBUIÇÃO PARA ATENDIMENTO DA REGIÃO DO SUL DE MINAS GERAIS.

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA



Ministro de Estado
Alexandre Silveira de Oliveira

Secretário-Executivo

Arthur Cerqueira Valerio

Secretário Nacional de Transição Energética e Planejamento
Thiago Vasconcellos Barral Ferreira



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 do Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Heloisa Borges Bastos Esteves

Diretor de Gestão Corporativa

Carlos Eduardo Cabral Carvalho

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

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E OBJETIVO	6
1.1	Considerações Iniciais	6
1.2	Objetivos Gerais	8
2	CONCLUSÕES	9
3	RECOMENDAÇÕES	10
3.1	Solução Estrutural	10
3.2	Recomendações para R2, R3, R4 e R5	12
4	PREMISSAS E CRITÉRIOS	13
4.1	Critérios Básicos	13
4.2	Casos de Trabalho	13
4.3	Mercado	13
4.4	Cenários e Plano de Geração	13
4.5	Limites Operativos	13
4.5.1	Tensão	13
4.5.2	Carregamento	14
4.5.3	Fator de Potência	14
4.6	Parâmetros Econômicos	14
5	DIAGNÓSTICO DO SISTEMA	16
5.1	Sistema Elétrico de Interesse	16
5.2	Desempenho Elétrico da Rede	17
5.2.1	Cenário Dimensionador 1 – Sistema de distribuição 138 kV em anel	17
5.2.2	Cenário Dimensionador 2 – Sistema de distribuição 138 kV radial	18
6	ALTERNATIVAS	20
6.1	Alternativa 1 - Secc LT 500 kV Cachoeira Paulista – Fernão Dias	20
6.2	Alternativa 2 - Secc LT 440 kV Taubaté – Fernão Dias	21
6.3	Alternativa 3 - Secc LT 345 kV Poços de Caldas – Atibaia II	21
6.4	Alternativa 4 – Distribuição 138 kV	22
6.5	Alternativa 5 – Secc LT 500 kV Estreito – Fernão Dias	23
7	ANÁLISE ECONÔMICA	24
8	ANÁLISE DE DESEMPENHO EM REGIME PERMANENTE	26
9	ANÁLISE DE SOBRETENSÕES À FREQUÊNCIA INDUSTRIAL 60 HZ	30
9.1	LT 500 kV Estreito – Nova Extrema	30
9.1.1	Energização	30
9.1.2	Rejeição	31
9.2	LT 500 kV Fernão Dias – Nova Extrema	31
9.2.1	Energização	31
9.2.2	Rejeição	32
10	AVALIAÇÃO TÉCNICO-ECONÔMICA DE LINHAS DE TRANSMISSÃO AÉREAS	34
10.1	Dados e Premissas	34
10.2	Critérios Para Análises Elétricas e Comparações Econômicas	34
10.3	Características Técnicas da Solução de Referência	35
10.3.1	Características elétricas: Novo trecho de seccionamento da LT 500 kV Estreito – Fernão Dias, C2, em CD, na SE Nova Extrema	35
10.3.2	Características construtivas: Novo trecho de seccionamento da LT 500 kV Estreito – Fernão Dias, C2, em CD, na SE Nova Extrema	36
10.3.3	Estimativas iniciais para faixa de segurança	37
11	ANÁLISE DE RESSONÂNCIA E EXTINÇÃO DE ARCO SECUNDÁRIO	38
11.1	Procedimentos e Critérios de Análise	38
11.2	Seccionamento da LT 500 kV Estreito – Fernão Dias, C2, em CD, na SE Nova Extrema	39
12	CURTO-CIRCUITO	43
13	REFERÊNCIAS	44

14	EQUIPE TÉCNICA.....	45
15	ANEXOS	46
15.1	Fichas PET	46
15.2	Cenário de emergência (dimensionador 1)	48
15.3	Cenário de emergência (dimensionador 2)	49
15.4	Plano de Obras e Estimativa de Investimentos	50
15.5	Caracterização da nova subestação	54
15.6	Análise Socioambiental.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 – Área de concessão da Energisa Sul-Sudeste	6
Figura 1-2 – Localização da Regional Leste da Energisa Sul-Sudeste.	7
Figura 1-3 – Sistema Unifilar da Regional Leste.....	7
Figura 1-4 – Sistema Eletrogeográfico da Regional Leste.....	8
Figura 3-1 – Localização das obras.....	10
Figura 3-2 – Diagrama unifilar com a recomendação de obras.....	11
Figura 3-3 – Configuração futura - da SE Nova Extrema 500/138 kV.	12
Figura 5-1 – Sistema unifilar de interesse.....	16
Figura 6-1 – Diagrama da Alternativa 1.	20
Figura 6-2 – Diagrama da Alternativa 2.	21
Figura 6-3 – Diagrama da Alternativa 3	22
Figura 6-4 – Diagrama da Alternativa 4.	22
Figura 6-5 – Diagrama da Alternativa 5.	23
Figura 8-1 – Tensão nas barras do sistema de distribuição no horizonte de estudo.	26
Figura 9-1 Energização da LT 500 kV Estreito – Nova Extrema	30
Figura 9-2 Rejeição da LT 500 kV Estreito – Nova Extrema	31
Figura 9-3 Energização da LT 500 kV Fernão Dias – Nova Extrema	32
Figura 9-4 Rejeição da LT 500 kV Fernão Dias – Nova Extrema.....	33
Figura 10-1 Dados técnicos básicos do novo trecho de seccionamento da LT 500 kV Estreito – Fernão Dias, C2, em CD, na SE Nova Extrema.....	36
Figura 11-1 LT 500 kV Estreito – Nova Extrema, C1. Prospeção da corrente de arco secundário, valor eficaz. LT 500 kV Estreito – Fernão Dias C1 aberta e não aterrada. Reator de neutro existente de 400 Ω na extremidade de Estreito e sem reator de neutro na extremidade de Nova Extrema. Terminal de Estreito	40
Figura 11-2 LT 500 kV Estreito – Nova Extrema, C1. Prospeção da corrente de arco secundário, valor eficaz. LT 500 kV Estreito – Fernão Dias C1 aberta e não aterrada. Reator de neutro de 800 Ω na extremidade de Estreito e reator de neutro de 1000 Ω na extremidade de Nova Extrema. Terminal de Estreito	41
Figura 11-3 LT 500 kV Estreito – Nova Extrema, C1. Prospeção da tensão induzida na LT 500 kV Estreito – Fernão Dias C1, valor eficaz. LT 500 kV Estreito – Fernão Dias C1 aberta e não aterrada e LT 500 kV Estreito – Nova Extrema com uma fase aberta. Reator de neutro de 800 Ω na extremidade de Estreito e reator de neutro de 1000 Ω na extremidade de Nova Extrema. Terminal de Estreito.....	41
Figura 11-4 LT 500 kV Estreito – Nova Extrema, C1. Prospeção da tensão no reator de neutro de 800 Ω , valor eficaz. LT 500 kV Estreito – Fernão Dias C1 aberta e não aterrada e LT 500 kV Estreito – Nova Extrema com uma fase aberta. Reator de neutro de 800 Ω na extremidade de Estreito e reator de neutro de 1000 Ω na extremidade de Nova Extrema. Terminal de Estreito	42
Figura 11-5 LT 500 kV Estreito – Nova Extrema, C1. Prospeção da tensão no reator de neutro de 1000 Ω , valor eficaz. LT 500 kV Estreito – Fernão Dias C1 aberta e não aterrada e LT 500 kV Estreito – Nova Extrema com uma fase aberta. Reator de neutro de 800 Ω na extremidade de Estreito e reator de neutro de 1000 Ω na extremidade de Nova Extrema. Terminal de Nova Extrema.....	42
Figura 15-1 – SE 500/138 kV Nova Extrema	55

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3-1 – Cronograma de obras recomendadas.....	11
Tabela 3-2 – Dados adicionais do seccionamento de linha de transmissão.....	12
Tabela 4-1 – Limites operativos de tensão.	14
Tabela 5-1 – Diagnóstico do sistema cenário dimensionador 1 – Condição Normal – Fluxo.....	17
Tabela 5-2 – Diagnóstico do sistema cenário dimensionador 1 – Condição Normal – Tensão.....	18
Tabela 5-3 - Diagnóstico do sistema cenário dimensionador 2 – Condição Normal – Fluxo	18
Tabela 5-4 - Diagnóstico do sistema cenário dimensionador 2 – Condição Normal – Tensão	19
Tabela 7-1 – Comparação dos Rendimentos Necessários das Alternativas.	24
Tabela 7-2 – Custo Diferencial de Perdas.	24
Tabela 7-3 – Comparação Econômica.....	25
Tabela 8-1 - Fluxos nas linhas - Alternativa 05 – Condição Normal e Emergência – Cenário 1.	27
Tabela 8-2 - Tensão nas barras - Alternativa 05 – Condição Normal e Emergência – Cenário 1.	28
Tabela 10-1 Dados do ambiente	34
Tabela 10-2 Características elétricas básicas do novo trecho de seccionamento da LT 500 kV Estreito – Fernão Dias, C2, em CD, na SE Nova Extrema.....	35
Tabela 10-3 Coordenadas da silhueta típica do trecho de LT 500 kV em CD	36
Tabela 10-4 Estimativas iniciais para faixa de segurança	37
Tabela 11-1 LT 500 kV Estreito – Nova Extrema, C1. Corrente de arco secundário a 60 Hz, valor eficaz. LT 500 kV Estreito – Fernão Dias C1 aberta e não aterrada. Reator de neutro existente de 400 Ω na extremidade de Estreito e sem reator de neutro na extremidade de Nova Extrema.....	40
Tabela 12-1 – Níveis de Curto-Circuito Máximo	43
Tabela 15-1 - Diagnóstico cenário dimensionador 1 – Condição Contingência – Fluxo.....	48
Tabela 15-2 - Diagnóstico cenário dimensionador 1 – Condição Contingência – Tensão.....	48
Tabela 15-3 - Diagnóstico cenário dimensionador 2 – Condição Contingência – Fluxo.....	49
Tabela 15-4 - Diagnóstico cenário dimensionador 2 – Condição Contingência – Tensão.....	49
Tabela 15-5 - Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 1 – Secc LT 500 kV Cachoeira Paulista – Fernão Dias.	50
Tabela 15-6 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 2 – Secc LT 440 kV Taubaté – Fernão Dias.	51
Tabela 15-7 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 3 – Secc LT Poços de Caldas – Atibaia II.	52
Tabela 15-8 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 4 – Distribuição 138 kV.....	53
Tabela 15-9 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 5 – Secc LT 500 kV Estreito – Fernão Dias.	54
Tabela 15-10 – Previsão de expansão da nova subestação.....	54

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVO

1.1 Considerações Iniciais

Presente nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná, a Energisa Sul-Sudeste conta com 32,5 mil km² de área de concessão e, conforme ilustra a Figura 1-1, está subdividida em cinco regiões: Norte, Sul, Leste, Oeste e Centro.

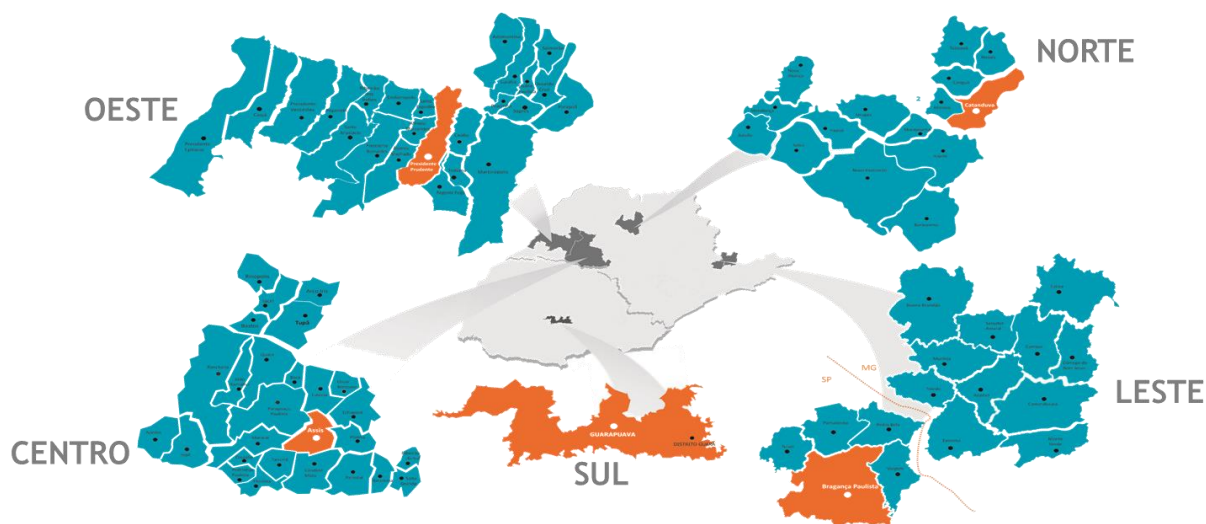


Figura 1-1 – Área de concessão da Energisa Sul-Sudeste

O foco deste estudo está na Regional Leste, situada nas regiões de Bragança Paulista e do Sul do Estado de Minas Gerais. A região abriga uma grande densidade carga, principalmente no seguimento industrial, que são supridas em redes de 13,8 kV, linhas de 34,5 kV e até mesmo diretamente conectadas no nível de tensão em 138 kV.

A região é de interesse dos investidores e empreendedores de todos os segmentos produtivos, com destaque a região de Extrema, que possui localização estratégica próximo dos maiores centros de consumo do país, facilidade de escoamento da produção e logística através da Rodovia Fernão Dias, além da proximidade da capital paulista e os aeroportos de Guarulhos e Viracopos, que estão a cerca de 100 km.

Outro fator que contribui para o crescimento da região são os benefícios fiscais do Estado de Minas Gerais, as novas empresas que chegam à região trazem investimentos cada vez maiores, além de mais empregos, se tornando o segundo polo industrial do estado. A Figura 1-2 ilustra a localização da Regional Leste.

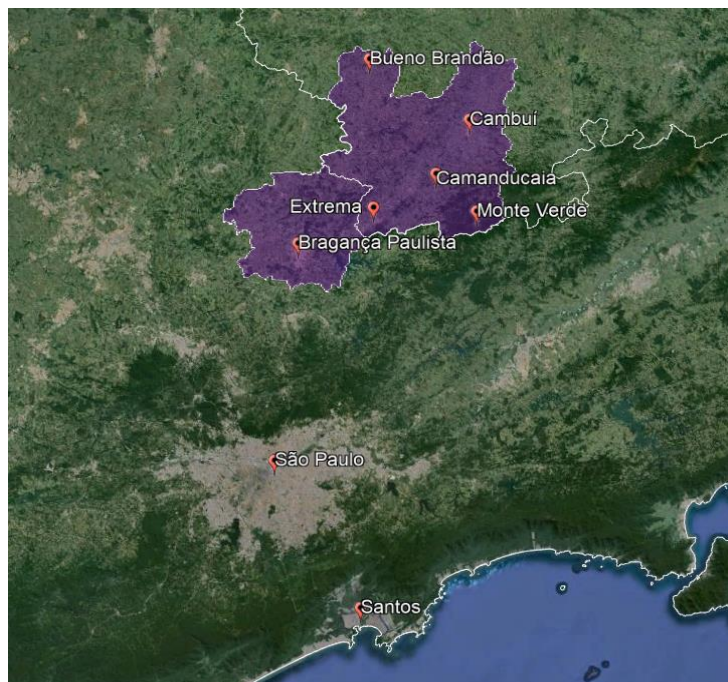


Figura 1-2 – Localização da Regional Leste da Energisa Sul-Sudeste.

Diante do exposto acima, com um crescimento anual acima da média, a região realiza de forma continuada solicitações de novas conexões e incrementos de cargas, sendo necessário prepararmos o sistema para atender esse crescimento com fornecimento de uma energia de qualidade e confiabilidade.

Atualmente, para o atendimento das cargas, o sistema da Energisa Sul-Sudeste conta com os suprimentos em 138 kV da Companhia de Transmissão de Energia Elétrica – ISA CTEEP em Bragança Paulista e através da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG-D) em Paraisópolis, conforme representado na Figura 1-3.

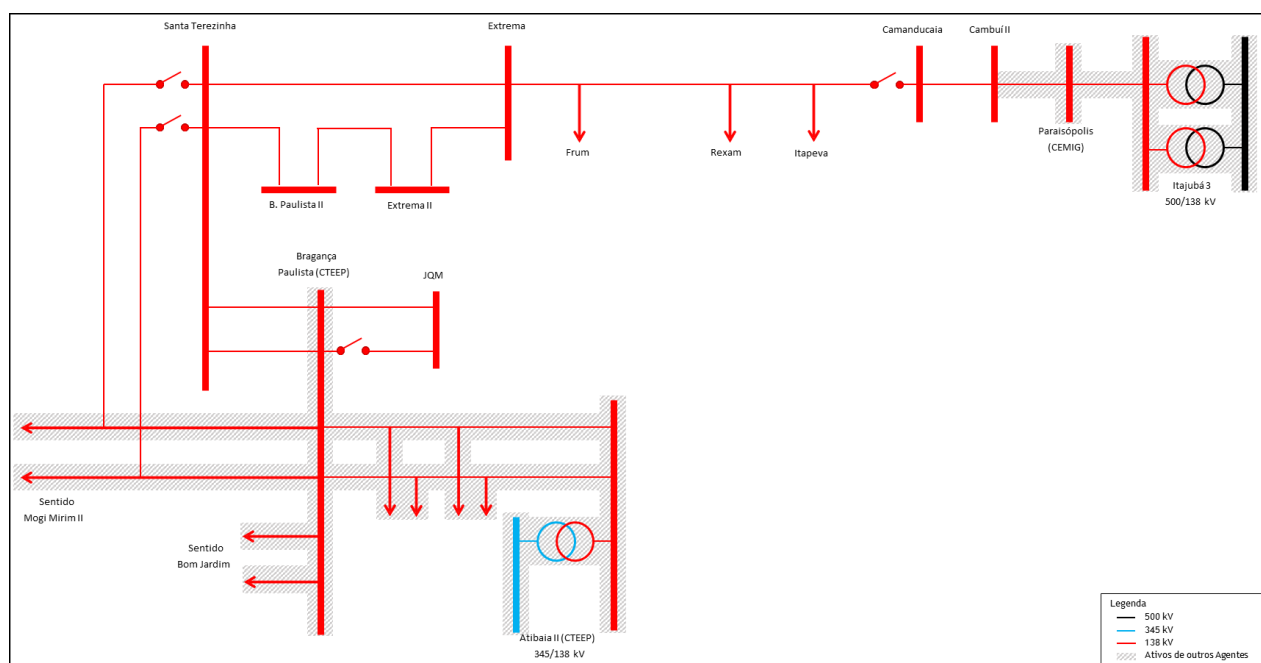


Figura 1-3 – Sistema Unifilar da Regional Leste.

É importante ressaltar que os suprimentos estão nos extremos da concessão, Bragança Paulista e Cambuí, fazendo com que os atendimentos principalmente no centro da concessão sofram principalmente com degradação dos níveis de tensão em regime normal, não suportando o crescimento de carga previsto para os próximos anos. De acordo com a Figura 1-4, observa-se as distâncias entre as fronteiras e as Linhas de Transmissão presentes na região.

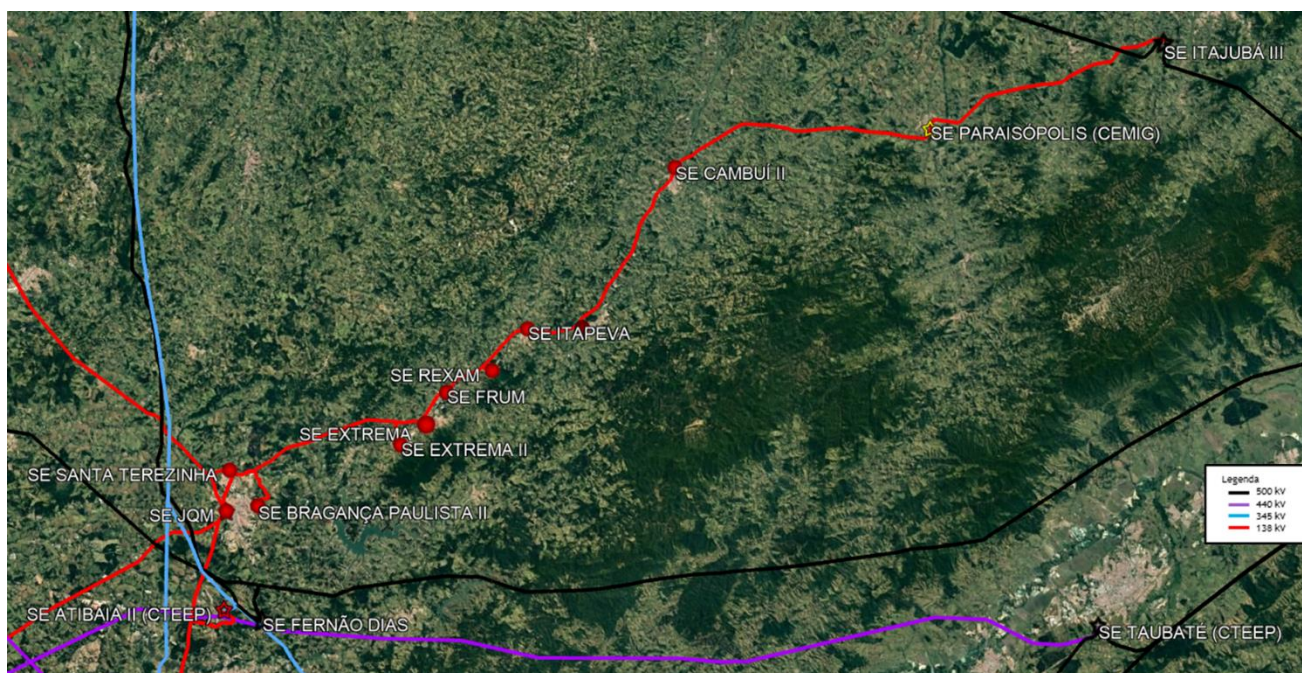


Figura 1-4 – Sistema Eletrogeográfico da Regional Leste.

Desta maneira, foi identificada a necessidade de um diagnóstico mais robusto para atendimento em face deste cenário de elevado incremento de carga na região.

1.2 Objetivos Gerais

O objetivo deste estudo é, portanto, definir uma solução estrutural para atendimento ao sistema de distribuição de energia para suprimento das cargas da Regional Leste, nas regiões do sul de Minas Gerais e São Paulo, atendendo ao critério N-1 para Rede Básica e N para a rede de distribuição que está sob concessão da Energisa Sul-Sudeste, com o propósito de atendimento às cargas até o ano de 2038, de acordo com as premissas de planejamento vigentes.

2 CONCLUSÕES

Neste estudo, foram analisadas alternativas que proporcionam melhorias na qualidade e confiabilidade do sistema de distribuição de energia em 138 kV do sudeste do estado de São Paulo e sul de Minas Gerais, região sob concessão da Energisa Sul-Sudeste.

Tendo em vista a localização (ilustrado na Figura 1-4), foram consideradas alternativas equivalentes com o seccionamento de LTs da Rede Básica com níveis de tensão de 500, 440 e 345 kV. Além disso, dentre as soluções propostas, estimou-se reforços no sistema de distribuição de energia em 138 kV a partir de um novo ponto de suprimento na SE Atibaia II, de propriedade da ISA CTEEP.

A solução eleita, contempla a nova subestação de Rede Básica, SE Nova Extrema, com transformação de 500/138 kV e 2 x 400/480 MVA de potência instalada, a partir do seccionamento do segundo circuito da LT 500 kV Estreito – Fernão Dias, instalação de novo reator de linha de 180 Mvar para o circuito Estreito-Nova Extrema, na extremidade de Nova Extrema e realocação do reator do circuito original (atualmente na extremidade de Fernão Dias) para o barramento da nova subestação. Além disso, para atendimento do setor de distribuição da Concessionária Energisa Sul-Sudeste, prevê-se a construção de linhas de distribuição em 138 kV para novo suprimento das subestações nas regiões dos municípios de Extrema e Camanducaia, conforme cronograma da Energisa Sul-Sudeste.

As alternativas em rede básica se caracterizam por terem uma nova subestação de fronteira no mesmo ponto, diferenciando-se apenas na LT a ser seccionada com o nível de tensão sendo definido pela tensão da linha. Para a alternativa de 345 kV, foi estimado o seccionamento da LT Poços de Caldas-Atibaia II. Já para a alternativa de 440 kV, foi considerado o seccionamento da LT Taubaté-Fernão Dias. Como alternativa de 500 kV, além da solução mencionada no parágrafo anterior, foi avaliado o seccionamento da LT Cachoeira Paulista – Fernão Dias. Para a solução em 138 kV, foi previsto a expansão da transformação de SE Atibaia II e novas linhas de distribuição em 138 kV para a conexão de uma nova subestação coletora. As alternativas serão detalhadas e ilustradas no capítulo 6 deste documento.

Após a avaliação das alternativas, considerando aspectos técnicos, econômicos e socioambientais, a opção de 500 kV com seccionamento da LT Estreito-Fernão Dias emergiu como a mais adequada. Essa alternativa destacou-se especialmente nas questões ambientais, uma vez que os circuitos resultantes dos seccionamentos das linhas Taubaté-Fernão Dias 440 kV e Cachoeira Paulista-Fernão Dias 500 kV percorreriam regiões de alta complexidade.

3 RECOMENDAÇÕES

3.1 Solução Estrutural

A Tabela 3-1 apresenta o cronograma de obras da Alternativa que representa o seccionamento da LT Estreito – Fernão Dias, C2, em 500 kV e a construção da nova subestação de Rede Básica, SE Nova Extrema, que é a solução recomendada no presente estudo, com base na equivalência técnica, custos e principalmente visando os impactos socioambientais. A Tabela 3-2 traz dados de referência para o seccionamento da linha de Rede Básica.

A alternativa recomendada contempla a SE Nova Extrema, com transformação de 500/138 kV e 2 x 400/480 MVA de potência instalada, conectada a partir do seccionamento do segundo circuito da LT 500 kV Estreito – Fernão Dias, sendo necessária a instalação de novo reator de linha de 180 Mvar na LT 500 kV Estreito-Nova Extrema, na extremidade de Nova Extrema. Também são recomendados a realocação do reator do circuito original (atualmente na extremidade de Fernão Dias) para o barramento da nova subestação e a construção de linhas de distribuição em 138 kV para a integração com o sistema de distribuição da região. A Tabela 3-1 contempla o descritivo e cronograma das obras recomendadas.

A Figura 3-1, presente com mais detalhes na Nota Técnica de Análise Socioambiental [1], passa uma referência de traçado do seccionamento e localização da SE Nova Extrema. Como a linha a ser seccionada está localizada ao oeste, o pátio de 500 kV deve ser posicionado de forma a facilitar a chegada de linhas nesta direção e o pátio de 138 kV ficaria mais bem posicionado para ter saídas na direção sudeste.



Figura 3-1 – Localização das obras.

Por fim, as condições de projeto e construtiva, deve permitir que o defasamento angular e o sequenciamento de fases do novo sistema 138 kV sejam coincidentes com o atual sistema da fronteira de Bragança Paulista (CTEEP), de tal modo que permita a realização do paralelismo de ambas as fontes, mesmo que momentaneamente, para permitir transferência de cargas do sistema, sem que os clientes conectados sofram interrupção.

Tabela 3-1 – Cronograma de obras recomendadas

Ano	Obra	Descrição
2030	SE 500/138 kV NOVA EXTREMA	1º e 2º TF 500/138 kV, (6+1R) x 133 MVA 1Φ 2 CT (Conexão de Transformador) 500 kV, Arranjo DJM 2 IB (Interligação de Barras) 500 kV, Arranjo DJM 2 CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BD4 1 IB (Interligação de Barras) 138 kV, Arranjo BD4 Instalação do Reator de Linha de 136 Mvar, realocado do terminal Fernão Dias da LT 500 kV Estreito - Fernão Dias C2 (a ser seccionada), para operar como reator de barra na SE Nova Extrema. 1 CRB (Conexão de Reator de Barra) 500 kV, Arranjo DJM
2030	SECC LT 500 kV ESTREITO - FERNÃO DIAS, C2, NA SE NOVA EXTREMA	Circuito Duplo 500 kV, 4 x 954 MCM (RAIL), 33 km 1 IB (Interligação de Barras) 500 kV, Arranjo DJM 2 EL (Entrada de Linha) 500 kV, Arranjo DJM Reator de Linha Fixo 500 kV, (3+1R) x 60 Mvar 1Φ, a ser instalado no terminal Nova Extrema da LT 500 kV Estreito - Nova Extrema C1 1 CRL (Conexão de Reator de Linha Fixo) 500 kV, Arranjo DJM
2030	SECC LT 138 kV EXTREMA - EXTREMA II, C1, NA SE NOVA EXTREMA	Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (DRAKE), 4 km 2 EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4
2030	SECC LT 138 kV FRUM - REXAM, C1, NA SE NOVA EXTREMA	Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (DRAKE), 12 km 2 EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4
2035	SECC LT 138 kV CAMANDUCAIA - CAMBUÍ II, C1, NA SE NOVA EXTREMA	Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (DRAKE), 25 km Inicialmente, apenas o circuito com conexão até Camanducaia seria lançado em estruturas de circuito duplo 1 EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4

A Figura 3-2 ilustra o unifilar do sistema com a recomendação de obras.

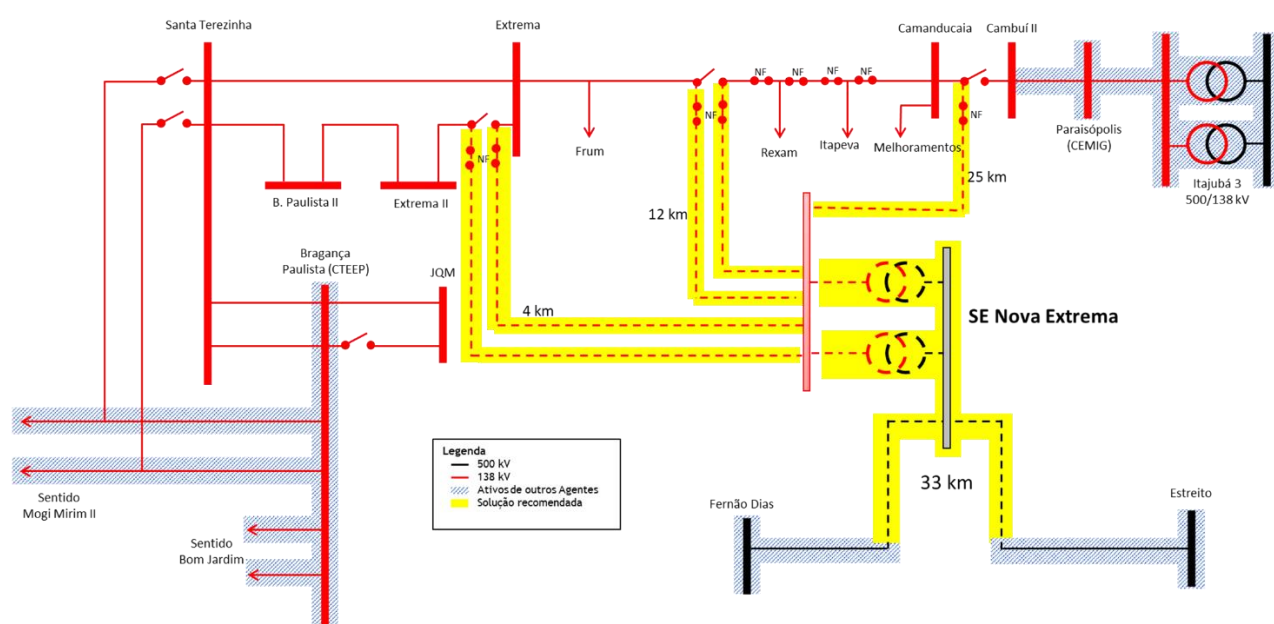


Figura 3-2 – Diagrama unifilar com a recomendação de obras.

Tabela 3-2 – Dados adicionais do seccionamento de linha de transmissão

Seccionamento	Ponto de referência do seccionamento	Novas linhas	Extensão de referência
LT 500 kV Estreito – Fernão Dias C2 na SE Nova Extrema	28 km de distância de Fernão Dias	LT 500 kV Estreito – Nova Extrema	347 km
		LT 500 kV Fernão Dias – Nova Extrema	61 km

A Figura 3-3 indica a configuração da SE Nova Extrema considerando os itens indicados neste estudo e ainda pensando em possíveis expansões que consideram a possibilidade de chegar em até 4 transformadores, e mais 3 vãos futuros nos dois pátios.

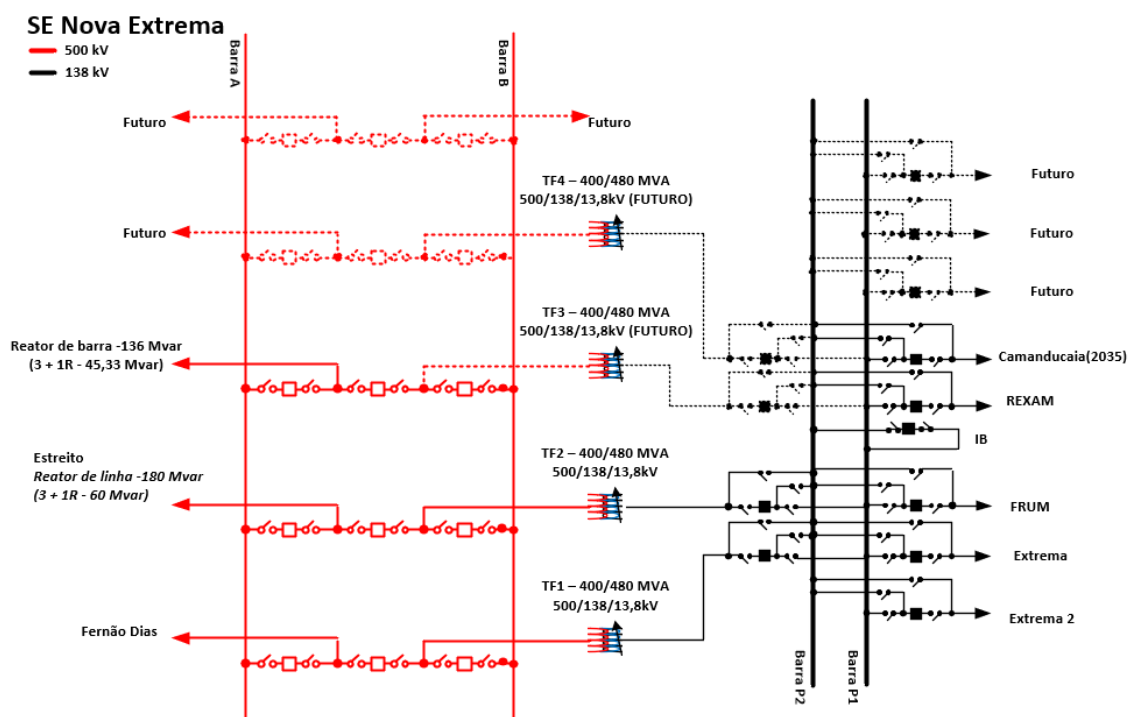


Figura 3-3 – Configuração futura - da SE Nova Extrema 500/138 kV.

3.2 Recomendações para R2, R3, R4 e R5

Recomenda-se a dispensa de elaboração dos relatórios R2 associados às obras de transmissão recomendadas neste relatório R1. Entretanto, sugere-se que, caso sejam identificadas nos estudos desenvolvidos nas etapas posteriores ao certame licitatório elevadas sobrecorrentes, sobretensões e/ou energias nos para-raios de óxido metálico, bem como algum fenômeno de interação relevante entre a LT – ou transformadores - objeto dos estudos e a rede elétrica adjacente e/ou equipamentos, seja considerada a adoção de medidas mitigatórias para redução dos impactos dos Transitórios Eletromagnéticos de Manobra como, por exemplo, resistores de pré-inserção e dispositivos sincronizadores.

Recomenda-se a elaboração dos relatórios R3, R4 e R5 referentes ao empreendimento SE Nova Extrema 500/138 kV.

4 PREMISSAS E CRITÉRIOS

4.1 Critérios Básicos

O presente estudo foi elaborado em conformidade com os critérios usuais de planejamento definidos no documento CCPE “Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão dos Sistemas de Transmissão” [2]. Quando aplicável, foram respeitados ainda os requisitos do submódulo 23.3 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 2033. O horizonte do estudo foi o período entre 2027 e 2038.

4.3 Mercado

As projeções de demanda consideradas na área de interesse tiveram como base as expectativas de novas cargas e taxa de crescimento esperada para o horizonte de estudo.

4.4 Cenários e Plano de Geração

Serão avaliadas somente as condições de intercâmbio, carga e geração mais críticas para o sistema da região de interesse. Para o cálculo de perdas, foram analisados os patamares de carga média, pesado e leve.

A geração adotada foi a dos casos de trabalho do Plano Decenal da Transmissão 2033.

4.5 Limites Operativos

4.5.1 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 4-1.

Tabela 4-1 – Limites operativos de tensão.

Limites de Tensão				
Tensão	Condição Normal		Condição de Emergência	
kV	min	Max	Min	Max
<=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

4.5.2 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 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.

4.5.3 Fator de Potência

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

4.6 Parâmetros Econômicos

Para o custeamento das novas instalações, foram utilizados os preços referenciais da ANEEL de 04/2024. 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.

Foram considerados ainda:

- Custo marginal de expansão (custos das perdas): R\$ 218,31/MWh;
- Taxa de desconto: 8% a.a.;
- Ano de referência: 2024;

- Tempo de vida útil das instalações: 30 anos;
- Ano horizonte: 2038; 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 e os intercâmbios Norte Seco e Norte Úmido do Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2033.

5 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA

5.1 Sistema Elétrico de Interesse

O sistema de distribuição de interesse é apresentado na Figura 5-1 e está localizado entre a região sudeste do estado de São Paulo e sul de Minas Gerais. A rede é composta por linhas e subestações em 138 kV. De acordo com a Figura 5-1, observa-se a malha de distribuição em 138 kV sob concessão da Energisa Sul-Sudeste e as respectivas fronteiras, Bragança Paulista (CTEEP) e Paraisópolis (CEMIG).

Para a fronteira de Bragança Paulista (CTEEP), inserida no sistema DIT, o atendimento é em 138 kV com fonte da SE Atibaia II, que conta com o suprimento em 345 kV. Já para a fronteira de Paraisópolis (CEMIG), o atendimento é feito em 138 kV com origem na SE Itajubá 3 e seu suprimento é via 500 kV através da linha de transmissão Poços de Caldas – Itajubá 3.

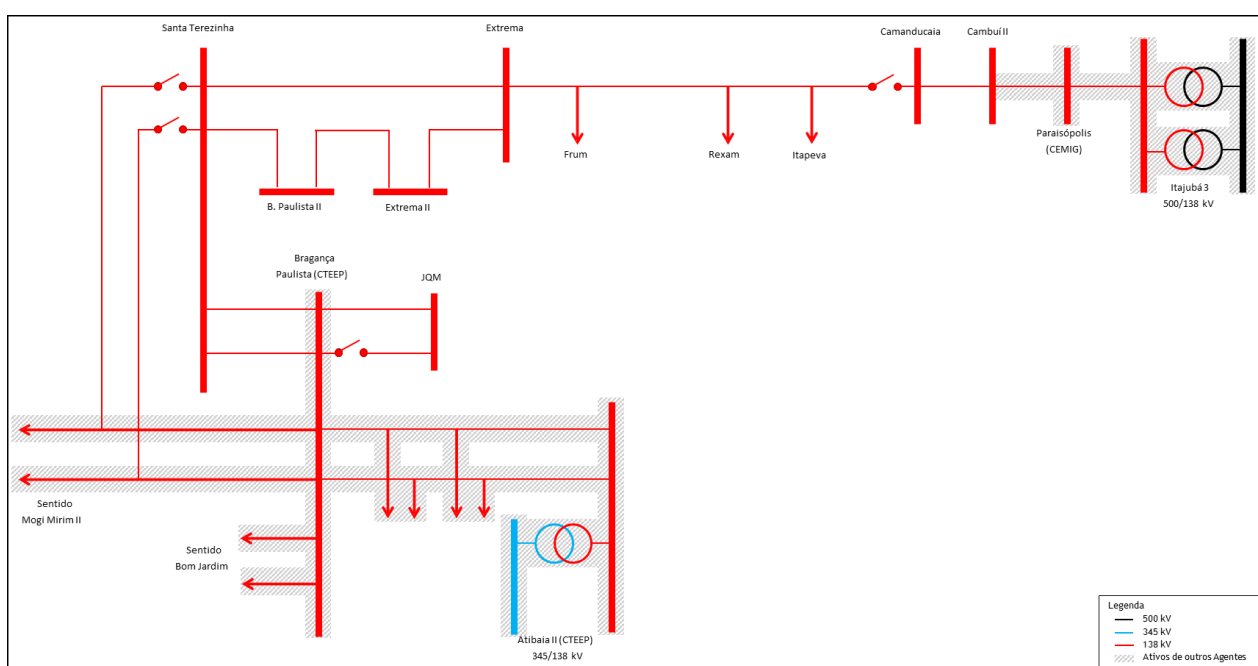


Figura 5-1 – Sistema unifilar de interesse.

Para o sistema de distribuição, a concessão da Energisa Sul-Sudeste da regional Leste, conta com 9 subestações em 138 kV, são elas: JQM, Santa Terezinha, Bragança Paulista II, Extrema, Extrema II, Frum, Rexam, Camanducaia e Cambuí II. No futuro, está prevista a inserção das novas subestações em 138 kV, sendo essas: SE Itapeva, SE Melhoramentos e SE Bragança III.

5.2 Desempenho Elétrico da Rede

As próximas sessões apresentam os problemas observados no cenário mais crítico, o cenário dimensionador deste estudo, sendo este, carga Média Norte Úmido, que corresponde ao período entressafra das usinas de biomassa. Além disso, verificou-se o sistema de distribuição em 138 kV na condição em anel e radial (sistemas de fonte pela Bragança Paulista (CTEP) e Paraisópolis (CEMIG) em paralelo), resultando em dois cenários.

5.2.1 Cenário Dimensionador 1 – Sistema de distribuição 138 kV em anel.

Os resultados apresentados abaixo foram realizados no cenário de carga média, entressafra da biomassa e na condição operativa em anel no sistema de distribuição.

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

Tabela 5-1 – Diagnóstico do sistema cenário dimensionador 1 – Condição Normal – Fluxo.

LINHAS E TRAFOS	NC LIM	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
		MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %
S. TEREZ-138	1	53 37	56 39	59 41	62 43	66 46	69 50	74 53	78 57	83 62	88 68	92 67	93 69
B. PAUL2-138	119	56%	60%	63%	67%	71%	76%	81%	87%	93%	102%	104%	106%
S. TEREZ-138	1	55 49	58 51	62 55	66 58	72 61	76 67	82 72	88 77	95 84	01 95	107 91	107 94
EXTREMA--138	119	64%	68%	73%	78%	84%	90%	97%	105%	114%	126%	129%	130%
EXTREMA--138	1	31 56	34 59	37 62	41 65	46 68	50 74	56 78	62 83	68 90	74 99	79 90	79 93
D# FRUM--138	119	59%	62%	67%	72%	77%	85%	92%	100%	110%	124%	120%	123%
CAMBUÍ 2-138	1	89 -9	91 -9	92 -9	93 -9	94 -8	96 -10	97 -10	98 -9	99 -8	101 -8	104 -15	105 -16
CAMANDUC-138	119	82%	85%	87%	89%	90%	93%	94%	97%	100%	105%	110%	111%
BRAGA1-SP138	1	75 48	78 51	82 54	87 57	92 60	96 66	102 70	108 76	115 82	122 92	127 90	128 92
S. TEREZ-138	119	76%	81%	85%	90%	96%	101%	108%	115%	124%	134%	138%	139%
BRAGA1-SP138	2	75 48	78 51	82 54	87 57	92 60	96 66	102 70	108 76	115 82	122 92	127 90	128 92
S. TEREZ-138	119	76%	81%	85%	90%	96%	101%	108%	115%	124%	134%	138%	139%
ITAJU3-MG138	1	139 27	142 30	147 34	151 37	154 41	160 44	164 49	170 56	176 64	185 76	194 78	196 82
PARAIS-MG138	125	110%	113%	117%	121%	124%	129%	134%	139%	146%	155%	162%	165%
PARAIS-MG138	1	128 13	131 15	136 17	139 20	142 22	147 23	150 27	155 31	159 36	166 44	174 43	175 46
CAMBUÍ 2-138	125	106%	110%	114%	118%	121%	126%	130%	135%	142%	150%	158%	160%
ATIBA2-SP345	1	237 53	242 61	248 70	255 81	261 94	266 28	276 46	289 71	303 94	316 115	331 132	337 186
ATIBA2-SP138	400	61%	64%	66%	68%	71%	68%	71%	77%	81%	87%	93%	101%
POCOS--MG345	1	-393 232	-467 234	-486 262	-490 237	-497 228	-509 237	-511 80	-518 59	-529 54	-562 216	-568 167	-590 182
POCOS3-MG000	560	83%	96%	101%	99%	100%	102%	93%	93%	94%	109%	108%	114%
F.DIAS-SP500	1	900 -13	910 47	943 41	956 42	961 60	990 52	1001 60	1018 105	1046 94	1075 95	1104 121	1156 150
F.DIAS-SP440	1200	71%	73%	75%	76%	76%	79%	79%	81%	83%	87%	89%	94%
FURNAS-MG345	1	598 39	539 40	567 38	581 45	587 46	618 64	634 57	651 75	680 85	701 116	724 154	746 144
POCOS--MG345	776	77%	70%	73%	75%	75%	79%	80%	82%	84%	89%	91%	95%

O sistema apresenta sobrecarga nas linhas 138 kV Itajubá 3-Paraisópolis- e Paraisópolis -Cambuí já no ano de 2027, esta elevação do fluxo pode ser corrigida com abertura do sistema de distribuição

138 kV (entre as SEs Camanducaia e Itapeva). A partir do ano 2032, o diagnóstico aponta sobrecarga nos circuitos de Bragança Paulista – Santa Terezinha e em 2034 Santa Terezinha-Extrema.

Outro destaque do diagnóstico é a transformação 345/138 kV de Poços de Caldas com carregamentos elevados e violações ao longo do horizonte. Uma solução para violação, bem como outros carregamentos elevados na região, será escopo de outro estudo.

Já a Tabela 5-2, tem-se as representações quanto ao nível de tensão das barras do sistema em regime normal.

Tabela 5-2 – Diagnóstico do sistema cenário dimensionador 1 – Condição Normal – Tensão

SUBESTAÇÃO	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
BRAGA1-SP138	97,5%	97,3%	97,1%	96,8%	96,6%	97,0%	96,7%	96,3%	95,8%	95,2%	94,9%	94,8%
JQM-----138	97,5%	97,2%	97,0%	96,8%	96,5%	97,0%	96,7%	96,2%	95,8%	95,2%	94,9%	94,7%
CAMBUÍ 2-138	91,0%	90,3%	89,6%	88,8%	88,0%	87,4%	86,4%	85,0%	83,5%	81,2%	80,7%	80,1%
PARAIS-MG138	96,6%	96,3%	95,9%	95,5%	95,0%	94,6%	94,1%	93,4%	92,5%	91,3%	90,9%	90,7%
S. TEREZ-138	95,9%	95,6%	95,3%	95,0%	94,6%	94,9%	94,4%	93,8%	93,2%	92,3%	92,0%	91,8%
B. PAUL2-138	94,6%	94,2%	93,8%	93,4%	92,9%	93,1%	92,5%	91,8%	90,9%	89,9%	89,5%	89,3%
EXTREMA--138	91,7%	91,2%	90,6%	90,0%	89,2%	89,1%	88,2%	87,1%	85,8%	84,2%	83,9%	83,5%
FRUM-----138	90,8%	90,2%	89,6%	88,9%	88,1%	87,8%	86,9%	85,6%	84,2%	82,3%	82,1%	81,7%
CAMANDUC-138	89,8%	89,1%	88,4%	87,5%	86,6%	86,2%	85,0%	83,6%	82,0%	79,7%	79,6%	79,0%
EXTREMA2-138	92,2%	91,7%	91,1%	90,5%	89,8%	89,8%	88,9%	87,9%	86,7%	85,1%	84,8%	84,4%
REXAM----138	90,4%	89,8%	89,1%	88,4%	87,6%	87,3%	86,2%	84,9%	83,4%	81,4%	81,2%	80,8%
ITAPEVA--138	90,0%	89,4%	88,6%	87,8%	86,9%	86,5%	85,5%	84,1%	82,5%	80,3%	80,1%	79,6%
EXTREMA--138	91,7%	91,2%	90,6%	89,9%	89,2%	89,1%	88,2%	87,1%	85,8%	84,1%	83,8%	83,5%

Nesta condição, o sistema apresenta níveis de tensão críticas e precárias já no ano de 2027 e se agrava no horizonte de estudo, com destaque nas barras localizadas no sul de Minas Gerais.

5.2.2 Cenário Dimensionador 2 – Sistema de distribuição 138 kV radial.

Os resultados apresentados abaixo foram realizados no cenário de carga média, entressafra da biomassa e na condição operativa em radial no sistema de distribuição.

A Tabela 5-3 apresenta as violações e pontos de atenção sobre o carregamento no sistema de interesse em condições normais.

Tabela 5-3 - Diagnóstico do sistema cenário dimensionador 2 – Condição Normal – Fluxo

LINHAS E TRAFOS	NC LIM.	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
		MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
S. TEREZ-138	1	70 28	73 29	76 31	79 33	82 36	86 38	89 41	93 44	98 48	102 52	107 52	107 52
B. PAUL2-138	119	63%	66%	69%	72%	76%	79%	82%	87%	92%	96%	100%	100%
S. TEREZ-138	1	84 33	87 35	91 38	95 40	99 43	104 46	108 50	114 55	119 60	125 66	131 65	131 64
EXTREMA--138	119	76%	79%	83%	87%	91%	96%	100%	107%	112%	118%	123%	123%
EXTREMA--138	1	76 29	79 31	82 33	86 35	89 37	93 40	97 43	102 46	107 50	112 55	117 49	117 48
D# FRUM--138	119	68%	71%	74%	78%	81%	85%	89%	94%	99%	105%	107%	106%

LINHAS E TRAFOS		2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
	NC	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar
	LIM.	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
BRAGA1-SP138	1	98 36	102 39	106 41	110 44	114 47	119 50	124 54	129 58	135 63	141 69	147 69	147 69
S. TEREZ-138	119	87%	92%	96%	99%	103%	108%	113%	118%	125%	132%	136%	136%
BRAGA1-SP138	2	98 36	102 39	106 41	110 44	114 47	119 50	124 54	129 58	135 63	141 69	147 69	147 69
S. TEREZ-138	119	87%	92%	96%	99%	103%	108%	113%	118%	125%	132%	136%	136%
D#2CZC-SP138	1	-74 -17	-78 -19	-79 -22	-81 -25	-84 -29	-86 -18	-89 -22	-93 -28	-98 -33	-103 -40	-109 -44	-111 -69
ATIBA2-SP138	139	55%	58%	59%	61%	64%	63%	66%	70%	74%	79%	85%	94%
D#1CZC-SP138	2	-77 -18	-81 -20	-82 -23	-84 -26	-87 -30	-89 -19	-92 -23	-96 -29	-101 -34	-106 -41	-112 -45	-114 -70
ATIBA2-SP138	139	57%	60%	61%	63%	66%	65%	68%	72%	77%	82%	87%	96%
D#2CZC-SP138	1	74 17	77 20	79 23	81 26	84 30	85 19	88 23	93 29	97 34	102 40	109 45	110 70
BRAGA1-SP138	139	55%	58%	59%	61%	64%	63%	65%	70%	74%	79%	85%	94%
D#1CZC-SP138	2	71 16	74 19	76 22	78 25	81 29	83 18	85 22	90 28	94 33	100 39	106 44	107 69
BRAGA1-SP138	139	53%	55%	57%	59%	62%	61%	63%	68%	72%	77%	83%	91%
PARAIS-MG138	1	77 25	80 27	84 30	88 32	92 35	97 39	102 44	108 50	114 58	121 68	128 60	128 57
CAMBUÍ 2-138	125	65%	67%	71%	75%	78%	84%	89%	95%	102%	111%	113%	112%
ITAJU3-MG138	1	84 29	87 32	91 35	96 39	100 43	106 49	112 55	119 63	127 75	136 88	143 81	142 79
PARAIS-MG138	125	71%	74%	78%	83%	87%	94%	100%	108%	118%	130%	131%	130%

O diagnóstico aponta sobrecarga nos circuitos de Bragança Paulista – Santa Terezinha em 2031 e no circuito Santa Terezinha-Extrema em 2034. Já para pelo lado mineiro, as linhas de 138 kV Itajubá 3-Paraisópolis- e Paraisópolis -Cambuí apresentam não conformidades nos anos de 2034 e 2035, respectivamente.

O diagnóstico de tensão do cenário dimensionador 2 está representando pela Tabela 5-4 abaixo.

Tabela 5-4 - Diagnóstico do sistema cenário dimensionador 2 – Condição Normal – Tensão

SUBESTAÇÃO	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
CAMBUÍ 2-138	92,5%	91,8%	91,1%	90,2%	89,2%	87,9%	86,5%	84,7%	82,3%	79,5%	80,7%	81,4%
S. TEREZ-138	96,0%	95,7%	95,4%	95,1%	94,8%	95,2%	94,8%	94,3%	93,7%	93,1%	92,6%	93,0%
B. PAUL2-138	94,7%	94,4%	94,0%	93,6%	93,2%	93,5%	93,0%	92,4%	91,7%	90,9%	90,4%	90,8%
EXTREMA--138	92,2%	91,7%	91,2%	90,6%	90,0%	90,1%	89,4%	88,5%	87,5%	86,3%	85,8%	86,2%
FRUM-----138	91,4%	90,9%	90,4%	89,7%	89,0%	89,2%	88,3%	87,3%	86,2%	85,0%	84,5%	84,9%
EXTREMA2-138	92,5%	92,1%	91,6%	91,0%	90,4%	90,6%	89,9%	89,1%	88,1%	87,0%	86,5%	86,8%
REXAM----138	91,2%	90,7%	90,1%	89,5%	88,7%	88,9%	88,0%	87,0%	85,9%	84,6%	84,0%	84,4%
ITAPEVA--138	91,0%	90,4%	89,9%	89,2%	88,4%	88,5%	87,7%	86,6%	85,4%	84,1%	83,5%	83,9%
CAMANDUC-138	90,7%	90,0%	89,1%	88,1%	87,0%	85,6%	83,9%	81,9%	79,1%	76,1%	78,1%	78,8%
MELHORAM-138	90,4%	89,7%	88,8%	87,8%	86,7%	85,3%	83,6%	81,6%	78,8%	75,8%	77,8%	78,5%
PARAIS-MG138	97,9%	97,5%	97,1%	96,7%	96,2%	95,5%	94,8%	93,9%	92,7%	91,3%	91,7%	92,1%

Para esta condição, o sistema apresenta níveis de tensão precários, similar ao cenário dimensionador 1 visto anteriormente.

As tabelas que representam as condições de emergência para os cenários considerados acima podem ser vistas no Anexo 15.2 e 15.3 deste documento.

6 ALTERNATIVAS

Neste capítulo são apresentadas as alternativas analisadas como solução aos problemas diagnosticados no sistema elétrico em estudo. Em todas as alternativas, o ponto para implantação da nova subestação de Rede Básica ou subestação coletora foi o mesmo. Dessa forma, o nome da subestação foi o mesmo ao longo das alternativas.

Tendo em vista a localização do sistema de distribuição e das instalações de rede básica na região, foram consideradas alternativas de novas conexões nos seguintes níveis de tensão: 138, 345, 440 e 500 kV. Todas as alternativas consideraram novas aberturas no sistema de distribuição, que operaria com novos radiais partindo de uma subestação mais central, com quase todas as subestações da regional sendo atendidas pela nova fonte e uma capacidade na transformação para atender também as cargas que seguiriam sendo atendidas pela conexão atual.

A seguir é apresentado um descritivo de todas as alternativas estudadas.

6.1 Alternativa 1 - Secc LT 500 kV Cachoeira Paulista – Fernão Dias

A alternativa 1 visa o seccionamento da LT 500 kV Cachoeira Paulista – Fernão Dias, considerando a construção de cerca de 30 km em circuito duplo, 4x954 MCM (RAIL). Para a nova subestação de Rede Básica, SE Nova Extrema, foi considerada a transformação de 500/138 kV (2x400 MVA), com 6 módulos monofásicos e 1 módulo reserva, e a construção de linhas de distribuição em 138 kV para atendimento às cargas da região, totalizando 41 km. As obras estão indicadas na Figura 6-1.

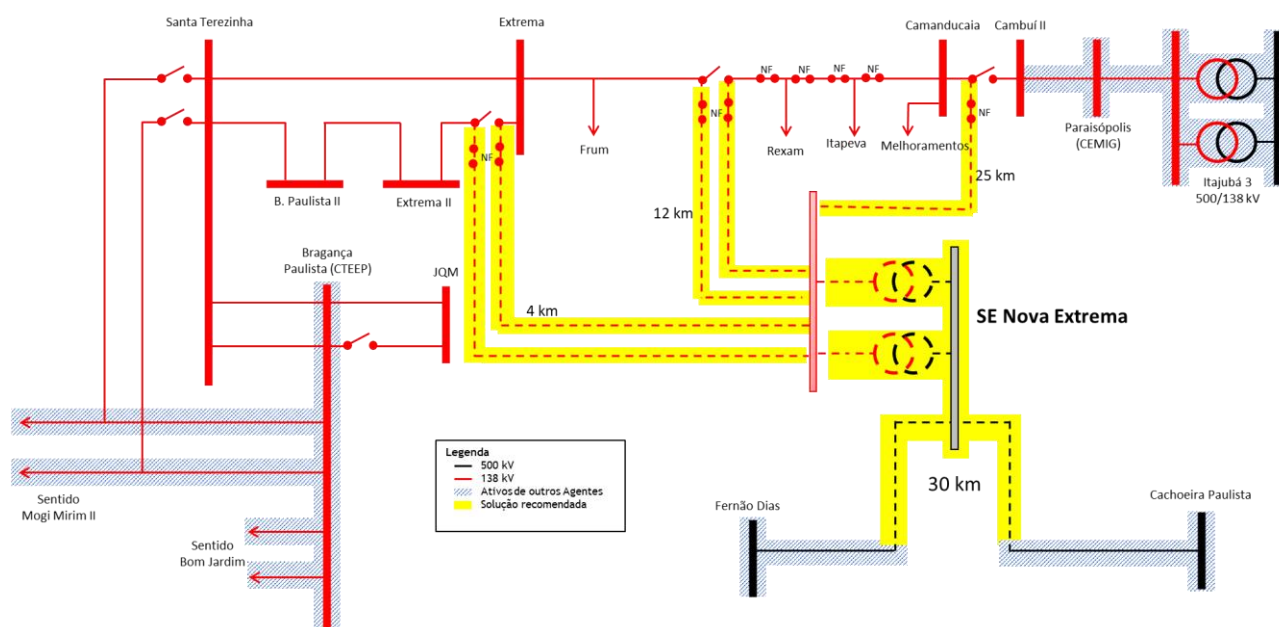


Figura 6-1 – Diagrama da Alternativa 1.

6.2 Alternativa 2 - Secc LT 440 kV Taubaté – Fernão Dias

A alternativa 2 visa o seccionamento da LT 440 kV Taubaté – Fernão Dias, considerando a construção de cerca de 35 km em circuito duplo, 4x636 MCM (GROSBEAK). Para a nova subestação de Rede Básica, SE Nova Extrema, foi considerada a transformação de 440/138 kV (2x400 MVA), com 6 módulos monofásicos e 1 módulo reserva, e a construção de linhas de distribuição em 138 kV para atendimento às cargas da região, totalizando 41 km. As obras estão indicadas na Figura 6-12.

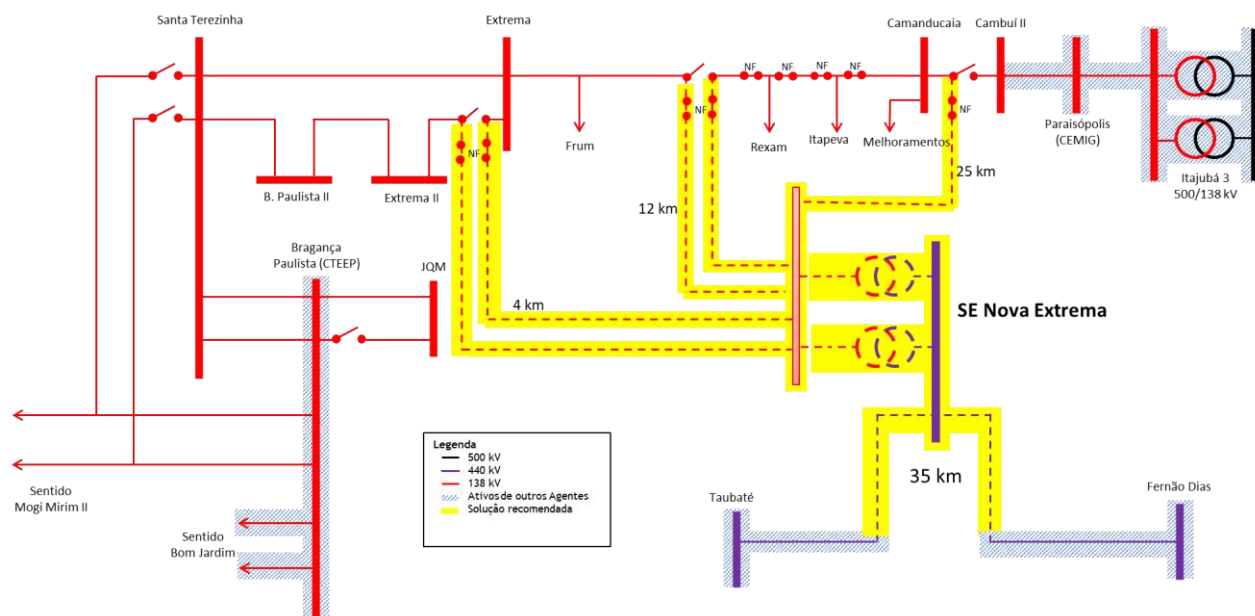


Figura 6-2 – Diagrama da Alternativa 2.

6.3 Alternativa 3 - Secc LT 345 kV Poços de Caldas – Atibaia II

A alternativa 3 visa o seccionamento da LT 345 kV Poços de Caldas – Atibaia II, considerando a construção de cerca de 31 km em circuito duplo, 2x954 MCM (RAIL). Para a nova subestação de Rede Básica, SE Nova Extrema, foi considerada a transformação de 345/138 kV (2x400 MVA), com 6 módulos monofásicos e 1 módulo reserva, e a construção de linhas de distribuição em 138 kV para atendimento às cargas da região, totalizando 41 km. As obras estão indicadas na Figura 6-3.

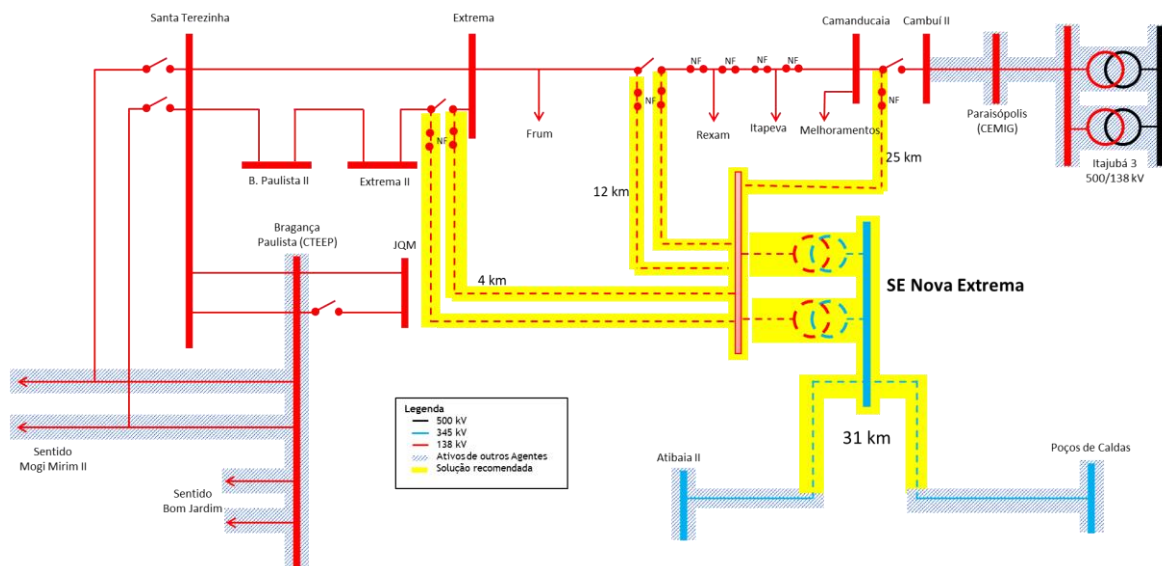


Figura 6-3 – Diagrama da Alternativa 3

6.4 Alternativa 4 – Distribuição 138 kV

A alternativa 4 contempla a ampliação na SE Atibaia II com a instalação de 1 transformador 345/138 kV e a construção de 4 linhas em 138 kV circuito duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (DRAKE), 40 km para atendimento a subestação coletora Nova Extrema. Para a nova subestação coletora e atendimento as cargas, tem-se a construção de linhas de distribuição em 138 kV, totalizando 41 km e instalação de 2 bancos capacitor de 15 Mvar nas subestações de Camanducaia e Itapeva. As obras estão indicadas na Figura 6-4.

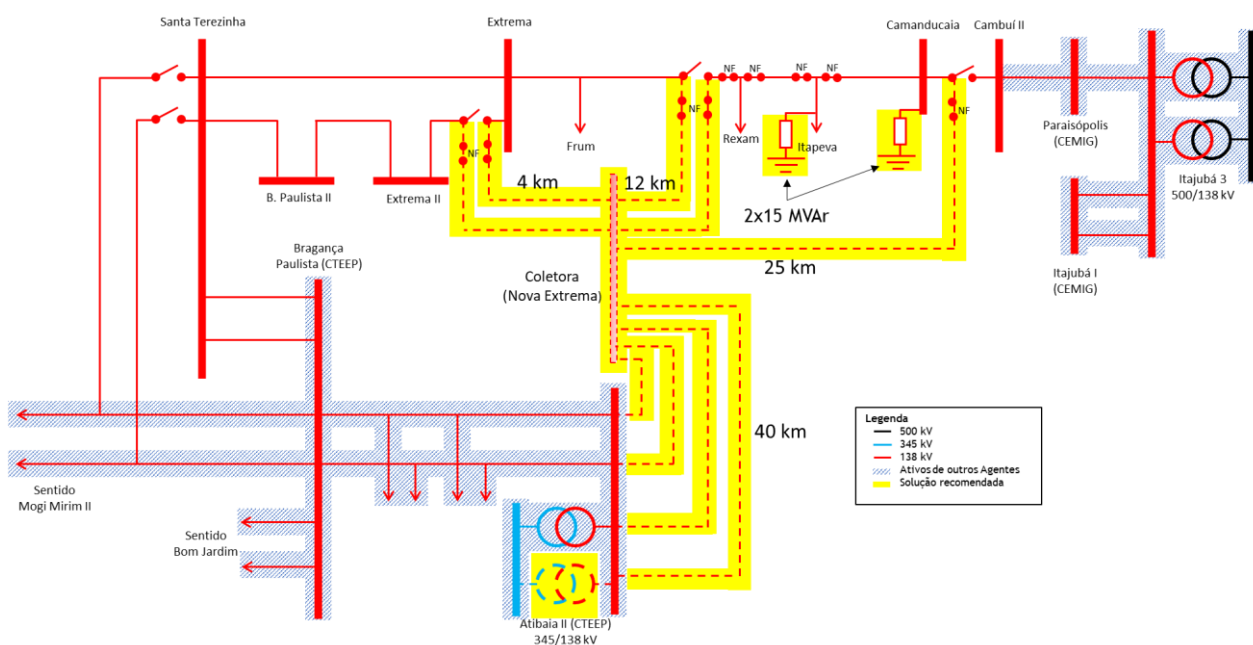


Figura 6-4 – Diagrama da Alternativa 4.

6.5 Alternativa 5 – Secc LT 500 kV Estreito – Fernão Dias

Para a alternativa 5 foi proposto o seccionamento da LT 500 kV Estreito – Fernão Dias, considerando a construção de cerca de 33 km em circuito duplo, 4x954 MCM (RAIL) e instalação de novo reator de linha de -180 Mvar, na extremidade de Nova Extrema. Para a nova subestação de Rede Básica, SE Nova Extrema foi considerado a transformação de 500/138 kV (2x400 MVA), com 6 módulos monofásicos e 1 módulo reserva, realocação do reator do circuito original (na extremidade de Fernão Dias) para o barramento da subestação e a construção de linhas de distribuição em 138 kV para atendimento às cargas da região, totalizando 41 km. As obras estão indicadas na Figura 6-15.

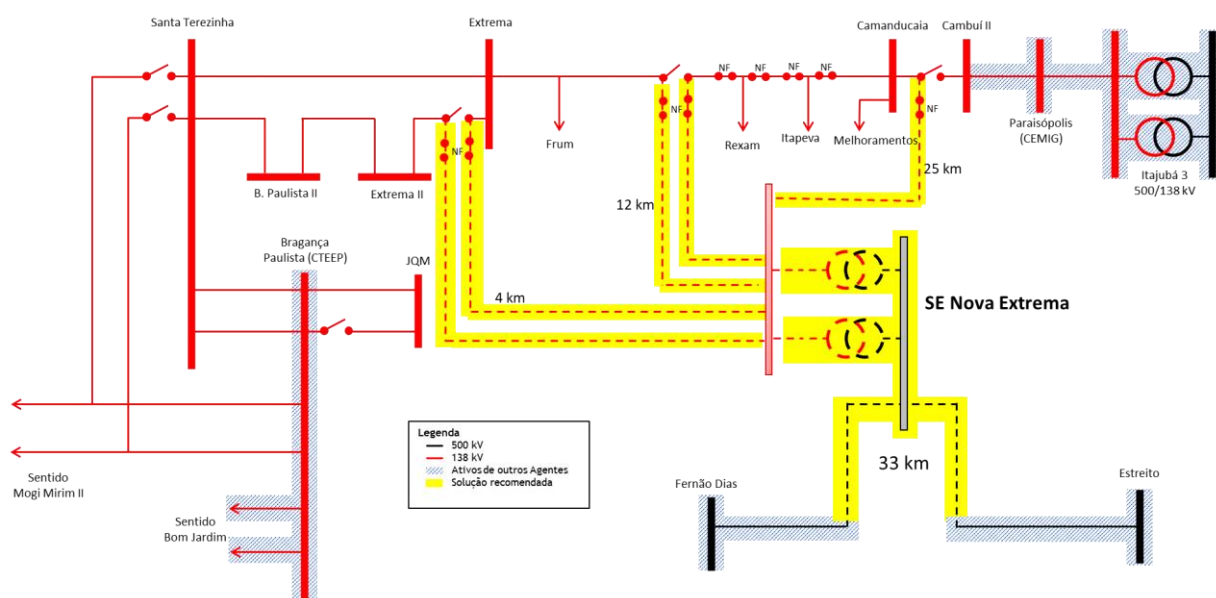


Figura 6-5 – Diagrama da Alternativa 5.

Importante notar que a compensação reativa que existe apenas nessa última alternativa é resultado de avaliações posteriores (sessão 9) realizadas apenas nesta alternativa por ser a alternativa mais promissora.

Como a LT 500 kV Estreito – Fernão Dias possui um circuito duplo, a alternativa indica o seccionamento do circuito dois, por ser o circuito que está voltado para a localização da Nova Extrema.

7 ANÁLISE ECONÔMICA

A estimativa dos custos relacionados às obras propostas para as alternativas foi realizada com base nos critérios descritos no item 4. O detalhamento dos investimentos é apresentado no Anexo 15.1.

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. De acordo com a

Tabela 7-3, a Alternativa 1, que corresponde ao seccionamento da linha 500 kV Cachoeira Paulista – Fernão Dias, apresenta o menor custo global.

Porém, durante a avaliação socioambiental a Alternativa 1 foi apontada como inviável pela complexidade da região. O reservatório Jaguari, parte do Sistema Cantareira, possui grande relevância e sensibilidade ambiental, além de uma extensão considerável, aspectos que impediriam a travessia de seccionamentos vindo pelo sul da região de interesse. Desse modo, o traçado precisaria seguir a jusante do barramento, paralelamente à Rodovia Fernão Dias. Nessa área, ocorre um intenso processo de expansão urbana em Bragança Paulista, além da presença de grandes cavas de mineração, fragmentos de vegetação nativa, áreas de disposição de resíduos sólidos, entre outros.

Tabela 7-1 – Comparação dos Rendimentos Necessários das Alternativas.

Rendimentos Necessários			
Alternativa	Custos (R\$ x 1000)	(%)	Ordem
1 - 500kV C. Paulista	122.266,04	129,9%	3º
2 - 440kV	123.589,53	131,3%	4º
3 - 345kV	101.862,62	108,3%	2º
4 - 138kV	94.094,65	100,0%	1º
5 - 500kV Estreito	142.296,57	151,2%	5º

Tabela 7-2 – Custo Diferencial de Perdas.

Perdas			
Alternativa	Custos (R\$ x 1000)	Diferencial	Ordem
1 - 500kV C. Paulista	32.528.248,40	0,00	1º
2 - 440kV	32.542.413,45	14.165,05	3º
3 - 345kV	32.584.211,08	55.962,68	4º
4 - 138kV	32.600.721,06	72.472,66	5º
5 - 500kV Estreito	32.538.016,86	9.768,46	2º

Tabela 7-3 – Comparação Econômica.

Rendimentos Necessários + Perdas			
Alternativa	Custos (R\$ x 1000)	(%)	Ordem
1 – 500kV C. Paulista	122.266,04	100,0%	1º
2 – 440kV	137.754,58	112,7%	2º
3 - 345kV	157.825,30	129,1%	4º
4 - 138kV	166.567,31	136,2%	5º
5 - 500kV Estreito	152.065,03	124,4%	3º

Considerando que o trajeto da Alternativa 2, de 440 kV, passaria pela mesma região, ela também não seria viável. No entanto, diferente da alternativa de 440 kV, existem outras oportunidades de conexão no 500 kV nas linhas que passam ao oeste da região. Tendo um trajeto semelhante ao da Alternativa 3, a Alternativa 5 foi resgatada dentro de alternativas inicialmente descartadas (com base exclusivamente no custo das obras) para manter entre as opções viáveis uma alternativa em 500 kV.

Desta forma, a alternativa recomendada neste estudo é a Alternativa 5, com a nova subestação com conexão em 500 kV pelo seccionamento da LT 500 kV Estreito – Fernão Dias, sendo a alternativa de menor custo global entre as alternativas viáveis.

8 ANÁLISE DE DESEMPENHO EM REGIME PERMANENTE

Essa etapa tem por objetivo mostrar o desempenho da alternativa recomendada, comprovando que os problemas verificados na etapa de diagnóstico foram totalmente solucionados em todo o horizonte do estudo, que vai até 2038.

Desta forma, os resultados apresentados serão gerados a partir deste cenário para a alternativa recomendada no item 3.1.

A alternativa recomendada apresenta desempenho satisfatório no horizonte de estudo considerando o cronograma da distribuidora referente às obras de distribuição para o sistema de interesse (item 5.1). Diante do diagnóstico do sistema, a solução proposta (Figura 3-2) atende os problemas sinalizados, principalmente com relação ao nível de tensão nas barras do sistema de distribuição em 138 kV, conforme ilustrado na Figura 8-1.

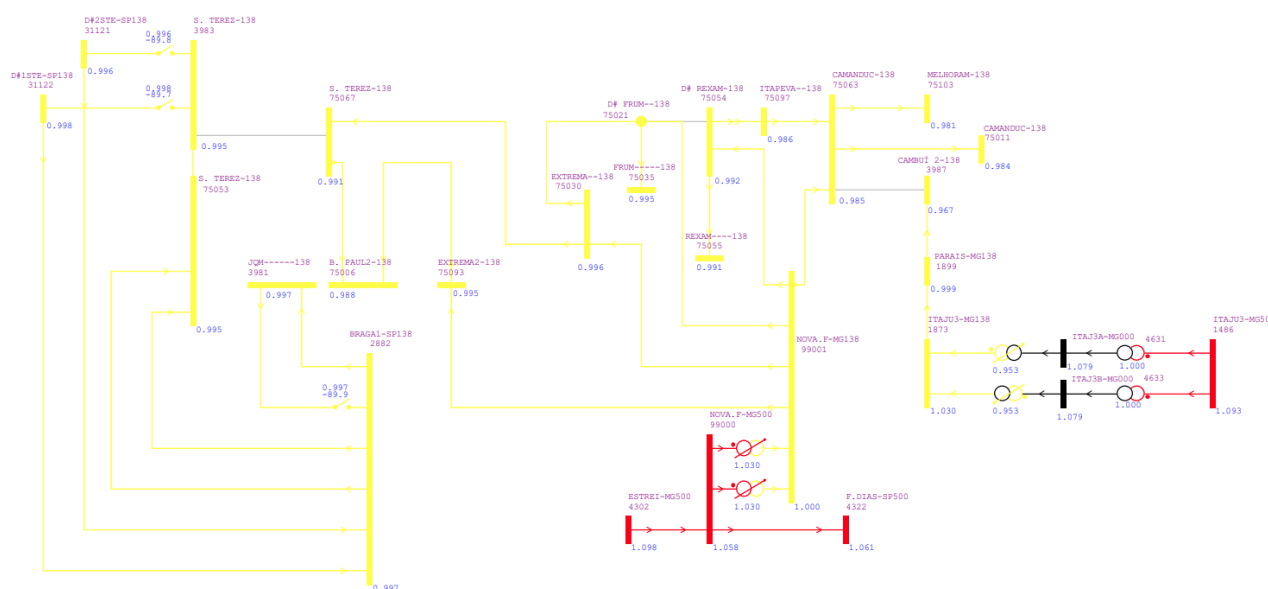


Figura 8-1 – Tensão nas barras do sistema de distribuição no horizonte de estudo.

Diante disto, a proposta da construção da SE Nova Extrema a partir do seccionamento da linha 500 kV Estreito – Fernão Dias e construção das novas linhas de distribuição em 138 kV para atendimento às cargas em acordo com o cronograma da distribuidora, apresenta desempenho satisfatório até o final do horizonte tanto em regime normal como emergência, conforme apresentado nos resultados de tabelamentos a seguir. A Tabela 8-1 apresenta os fluxos com todas as obras indicadas para alternativa 5 até o final do horizonte no patamar de carga média cenário úmido.

Tabela 8-1 - Fluxos nas linhas - Alternativa 05 – Condição Normal e Emergência – Cenário 1.

CONTINGÊNCIA	LINHAS E TRAFOS	NC LIM	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
			MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Condição Normal	S. TEREZ-138	1	53 37	56 39	59 41	12 4	12 4	13 5	13 5	14 5	14 5	14 6	15 6	15 6
	B. PAUL2-138	119	56%	60%	63%	11%	11%	12%	12%	13%	13%	13%	13%	13%
	S. TEREZ-138	1	55 49	58 51	62 55	-12 -4	-12 -4	-13 -5	-13 -5	-14 -5	-14 -5	-14 -6	-15 -6	-15 -6
	EXTREMA--138	119	64%	68%	73%	11%	11%	12%	12%	13%	13%	13%	13%	13%
	EXTREMA--138	1	31 56	34 59	37 62	13 4	13 5	14 5	14 5	15 6	15 6	16 6	16 1	16 1
	D# FRUM--138	119	59%	62%	67%	12%	12%	13%	13%	13%	14%	14%	13%	13%
	CAMBUÍ 2-138	1	89 -9	91 -9	92 -9									
	CAMANDUC-138	119	82%	85%	87%									
	BRAGA1-SP138	1	75 48	78 51	82 54	22 5	22 5	23 5	23 5	24 5	24 6	25 6	25 6	25 6
	S. TEREZ-138	119	76%	81%	85%	18%	19%	19%	20%	20%	21%	22%	22%	22%
	BRAGA1-SP138	2	75 48	78 51	82 54	22 5	22 5	23 5	23 5	24 5	24 6	25 6	25 6	25 6
	S. TEREZ-138	119	76%	81%	85%	18%	19%	19%	20%	20%	21%	22%	22%	22%
	ITAJU3-MG138	1	139 27	142 30	147 34	43 8	45 9	47 10	50 12	53 13	56 15	59 17	62 20	63 20
	PARAIS-MG138	125	110%	113%	117%	34%	36%	38%	40%	42%	45%	48%	51%	51%
	PARAIS-MG138	1	128 13	131 15	136 17	38 9	40 9	42 10	44 11	47 12	49 14	52 15	55 17	55 17
	CAMBUÍ 2-138	125	106%	110%	114%	31%	33%	34%	37%	38%	41%	43%	46%	46%
	D#1CZC-SP138	2	-64 -24	-68 -27	-69 -30	-33 -1	-34 -2	-33 -2	-33 -4	-34 7	-35 5	-36 4	-39 0	-36 1
	ATIBA2-SP138	139	50%	53%	55%	24%	24%	24%	24%	25%	25%	26%	28%	27%
	N.EXTR-MG500	1				773 -151	771 -156	793 -174	797 -182	803 -193	823 -205	840 -221	856 -194	886 -199
	F.DIAS-SP500	2944				26%	26%	26%	27%	27%	28%	28%	29%	30%
	ESTREI-MG500	1				1009 47	1017 54	1049 65	1064 76	1082 85	1114 102	1144 120	1173 141	1205 166
	N.EXTR-MG500	2944				32%	32%	33%	34%	34%	35%	36%	37%	38%
	N.EXTR-MG500	1				108 44	113 46	118 49	123 53	128 57	133 58	139 63	145 49	145 49
	N.EXTR-MG138	400				28%	29%	31%	32%	34%	35%	37%	37%	37%
	N.EXTR-MG500	2				108 44	113 46	118 49	123 53	128 57	133 58	139 63	145 49	145 49
	N.EXTR-MG138	400				28%	29%	31%	32%	34%	35%	37%	37%	37%
	N.EXTR-MG138	1									38 17	40 19	43 10	43 10
	CAMANDUC-138	119									35%	37%	37%	37%
	N.EXTR-MG138	1				59 21	62 22	64 23	67 25	70 26	73 28	76 30	79 26	79 26
	EXTREMA--138	119				32%	33%	34%	36%	38%	39%	41%	42%	42%
	EXTREMA2-138	1				-38 -11	-39 -12	-41 -12	-42 -13	-44 -14	-45 -15	-47 -15	-49 -16	-49 -16
	N.EXTR-MG138	119				34%	34%	36%	37%	39%	40%	42%	44%	44%
ITAJ3A-MG000	ITAJU3-MG500	1	213 87	225 94	228 100	155 44	161 49	165 54	172 62	179 69	185 76	192 86	200 92	204 94
	ITAJ3B-MG000	330	66%	70%	71%	46%	48%	49%	52%	55%	57%	60%	63%	63%
LT MOGI---SP345 ---ATIBA2-SP345 -1	ATIBA2-SP345	1	359 33	359 42	371 51	351 -27	357 -22	367 -19	373 -13	383 -32	394 -71	405 -61	414 -49	428 -42
	ATIBA2-SP138	520	73%	74%	77%	69%	70%	73%	74%	75%	78%	80%	83%	85%
LT POCOS--MG345 ---ATIBA2-SP345 -1	CAMBUÍ 2-138	1	99 -14	100 -14	102 -14									
	CAMANDUC-138	119	73%	75%	77%									
	ITAJU3-MG138	1	151 29	154 32	159 36	43 8	45 9	47 10	50 12	53 13	56 15	59 17	62 20	63 20
	PARAIS-MG138	125	119%	122%	126%	34%	36%	38%	40%	42%	45%	48%	51%	51%
	PARAIS-MG138	1	139 12	142 14	147 16	38 9	40 9	42 10	44 11	47 12	49 14	52 15	55 17	55 17
	CAMBUÍ 2-138	125	116%	119%	124%	31%	33%	34%	37%	38%	41%	43%	46%	46%
TR 500/138 N.EXTRE-MG -1	N.EXTR-MG500	2				217 96	226 103	235 110	245 118	255 126	266 131	277 141	290 114	290 115
	N.EXTR-MG138	480				47%	49%	52%	54%	57%	59%	63%	63%	63%
LT N.EXTRMG 500 --- F.DIAS-SP500-1	ESTREI-MG500	1				1285 126	1292 132	1333 145	1349 157	1370 166	1410 187	1447 207	1480 242	1523 276
	F.DIAS-SP500	3711				32%	33%	34%	34%	35%	36%	37%	37%	39%

CONTINGÊNCIA	LINHAS E TRAFOS		2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
		NC LIM	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %
LT ESTREI-MG500 --- N.EXTR-MG500 - 1	ESTREI-MG500	1				1323 144	1332 152	1374 167	1392 180	1414 192	1456 216	1494 240	1529 277	1573 334
	F.DIAS-SP500	3711				33%	34%	35%	35%	36%	37%	38%	39%	40%
LT ESTREI-MG500 --- F.DIAS-SP500 - 1	N.EXTR-MG500	1				941 -194	940 -200	966 -225	972 -235	980 -250	1005 -269	1025 -290	1045 -264	1081 -216
	F.DIAS-SP500	3711				25%	25%	26%	26%	26%	27%	28%	28%	30%
	ESTREI-MG500	1				1187 121	1195 129	1233 144	1250 158	1270 170	1307 193	1341 217	1376 250	1417 386
	N.EXTR-MG500	3711				30%	30%	31%	32%	32%	33%	34%	35%	37%

Observa-se que a situação de carregamento elevado no fluxo Itajubá 3 – Paraisópolis – Cambuí II 138 kV é sanado com a operação do sistema de distribuição em radial, conforme visto na Tabela 5-3.

A Tabela 8-2 apresenta os valores de tensão com todas as obras indicadas para alternativa 5 até o final do horizonte no patamar de carga média cenário úmido (entressafra da biomassa).

Tabela 8-2 - Tensão nas barras - Alternativa 05 – Condição Normal e Emergência – Cenário 1.

CONTINGÊNCIA	SUBESTAÇÃO	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
Condição Normal	BRAGA1-SP138	97,5%	97,3%	97,1%	99,4%	99,3%	99,3%	99,2%	99,7%	99,6%	99,5%	99,3%	99,4%
	JQM-----138	97,5%	97,2%	97,0%	99,3%	99,2%	99,2%	99,2%	99,7%	99,6%	99,5%	99,2%	99,3%
	CAMBUÍ 2-138	91,0%	90,3%	89,6%	97,7%	97,4%	96,9%	96,8%	96,6%	96,3%	96,0%	95,3%	95,6%
	PARAIS-MG138	96,6%	96,3%	95,9%	100,0%	99,9%	99,6%	99,6%	99,7%	99,5%	99,5%	99,1%	99,3%
	S. TEREZ-138	96,4%	96,1%	95,8%	99,2%	99,1%	99,1%	99,0%	99,5%	99,4%	99,3%	99,1%	99,1%
	B. PAUL2-138	94,6%	94,2%	93,8%	99,1%	99,0%	99,0%	98,9%	98,9%	98,8%	98,8%	98,7%	98,7%
	EXTREMA--138	91,7%	91,2%	90,6%	99,8%	99,7%	99,7%	99,7%	99,7%	99,6%	99,6%	99,6%	99,6%
	FRUM-----138	90,8%	90,2%	89,6%	99,6%	99,6%	99,5%	99,5%	99,5%	99,5%	99,4%	99,5%	99,5%
	CAMANDUC-138	89,8%	89,1%	88,4%	97,4%	97,2%	97,1%	96,9%	96,7%	98,4%	98,3%	98,9%	98,9%
	EXTREMA2-138	92,2%	91,7%	91,1%	99,6%	99,5%	99,5%	99,5%	99,5%	99,5%	99,4%	99,4%	99,4%
	REXAM----138	90,4%	89,8%	89,1%	98,8%	98,7%	98,6%	98,5%	98,4%	99,1%	99,1%	99,3%	99,3%
	ITAPEVA--138	90,0%	89,4%	88,6%	98,0%	97,8%	97,7%	97,5%	97,4%	98,6%	98,5%	98,9%	98,9%
	EXTREMA--138	91,7%	91,2%	90,6%	99,8%	99,7%	99,7%	99,7%	99,7%	99,6%	99,6%	99,6%	99,6%
	PARAIS-MG138	96,6%	96,3%	95,9%	100,0%	99,9%	99,6%	99,6%	99,7%	99,5%	99,5%	99,1%	99,3%
ATF 345/138 ATIBA2-SP - ATIBA2 - 1	BRAGA1-SP138	94,5%	94,1%	93,6%	98,0%	97,8%	97,7%	97,4%	98,4%	99,2%	98,8%	98,2%	98,1%
	JQM-----138	94,5%	94,1%	93,5%	98,0%	97,8%	97,7%	97,4%	98,3%	99,2%	98,7%	98,1%	98,0%
	S. TEREZ-138	93,1%	92,6%	92,0%	97,8%	97,5%	97,4%	97,2%	98,1%	98,9%	98,5%	97,9%	97,8%
	CAMBUÍ 2-138	88,4%	87,5%	86,5%	97,7%	97,4%	96,9%	96,8%	96,6%	96,3%	96,0%	95,3%	95,6%
	PARAIS-MG138	95,2%	94,7%	94,2%	100,0%	99,9%	99,6%	99,6%	99,7%	99,5%	99,5%	99,1%	99,3%
	B. PAUL2-138	91,6%	91,0%	90,3%	99,1%	99,0%	99,0%	98,9%	98,9%	98,8%	98,8%	98,7%	98,7%
	EXTREMA--138	88,7%	87,9%	87,0%	99,8%	99,7%	99,7%	99,7%	99,7%	99,6%	99,6%	99,6%	99,6%
	FRUM-----138	87,8%	86,9%	85,9%	99,6%	99,6%	99,5%	99,5%	99,5%	99,5%	99,4%	99,5%	99,5%
	CAMANDUC-138	86,9%	85,9%	84,8%	97,4%	97,2%	97,1%	96,9%	96,7%	98,4%	98,3%	98,9%	98,9%
	EXTREMA2-138	89,1%	88,4%	87,5%	99,6%	99,5%	99,5%	99,5%	99,5%	99,5%	99,4%	99,4%	99,4%
	REXAM----138	87,4%	86,5%	85,5%	98,8%	98,7%	98,6%	98,5%	98,4%	99,1%	99,1%	99,3%	99,3%
	ATIBA2-SP138	95,4%	95,0%	94,6%	97,9%	97,7%	97,5%	97,2%	97,9%	99,3%	98,9%	98,3%	98,0%
	ITAPEVA--138	87,0%	86,1%	85,0%	98,0%	97,8%	97,7%	97,5%	97,4%	98,6%	98,5%	98,9%	98,9%

De acordo com os dados apresentados na Tabela 8-2, com a implementação das medidas recomendadas a partir do ano de 2030, foi possível observar uma estabilização significativa das tensões ao longo do horizonte de estudo a níveis adequados, tanto em regime normal quanto em contingência, o que não apenas melhora a eficiência do sistema, mas também garante maior segurança e confiabilidade na distribuição de energia.

9 ANÁLISE DE SOBRETENSÕES À FREQUÊNCIA INDUSTRIAL 60 HZ

A seguir estão resumidos os resultados das simulações de energização e rejeição das novas linhas de transmissão indicadas neste relatório, referentes à Alternativa 5 (recomendada). Como a nova subestação irá entrar seccionando um circuito com compensação shunt fixa nas duas pontas e a localização da subestação está próxima a uma das extremidades, o pensamento inicial seria o de transferir o shunt fixo da subestação mais próxima (no caso de Fernão Dias), uma vez que o novo circuito entre Estreito e Nova Extrema teria um comprimento semelhante ao do circuito seccionado enquanto o circuito Fernão Dias – Nova Extrema possui um comprimento mais curto. O intuito dessa análise é verificar se essa transferência da compensação shunt é adequada.

Nas simulações de energização, utilizou-se o cenário de carga Leve. Este cenário possui os menores carregamentos nas linhas de transmissão da região, configurando-se como o mais crítico para controle de tensão e para energização.

A análise de rejeição de carga tem o objetivo de verificar os reflexos da abertura intempestiva das linhas de transmissão previstas. Dessa forma, estas análises buscam verificar a existência de sobretensões acima da suportabilidade dos equipamentos associados quando de aberturas intempestivas em um dos terminais das linhas de transmissão devido a uma atuação da proteção ou falha humana.

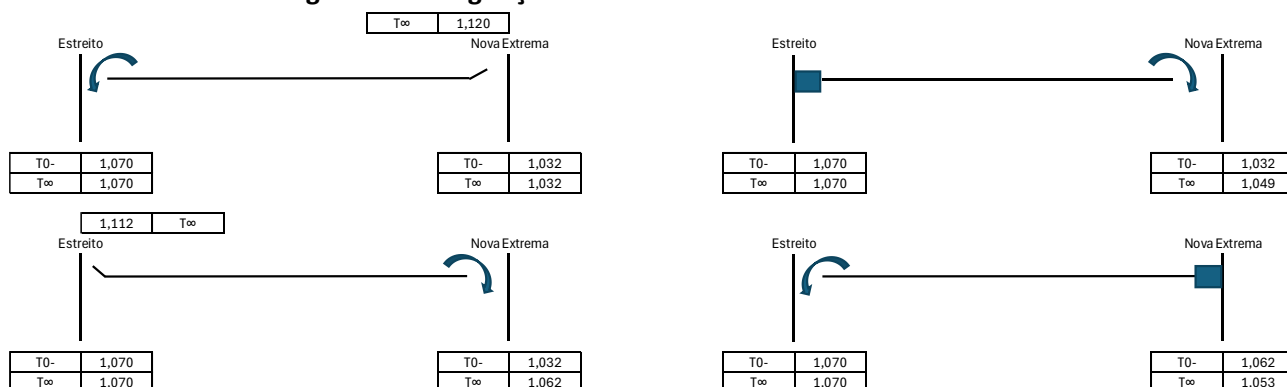
Nas simulações de rejeição utilizou-se o cenário de carga Média. Esta é a situação na qual o carregamento nas linhas de transmissão é mais elevado e o mínimo de reatores de barra desligados nos terminais, configurando-se condição mais adversa sob o ponto de vista de sobretensão.

9.1 LT 500 kV Estreito – Nova Extrema

9.1.1 Energização

As análises indicaram a viabilidade de energização da LT 500 kV Estreito – Nova Extrema, considerando a transferência do reator da linha seccionada da extremidade de Fernão Dias para Nova Extrema. A Figura 9-1 ilustra os resultados da sequência de simulações realizadas.

Figura 9-1 Energização da LT 500 kV Estreito – Nova Extrema



9.1.2 Rejeição

As análises indicam que a rejeição da LT 500 kV Estreito – Nova Extrema também não apresentaria problemas. A Figura 9-2 ilustra os resultados da sequência de simulações realizadas.

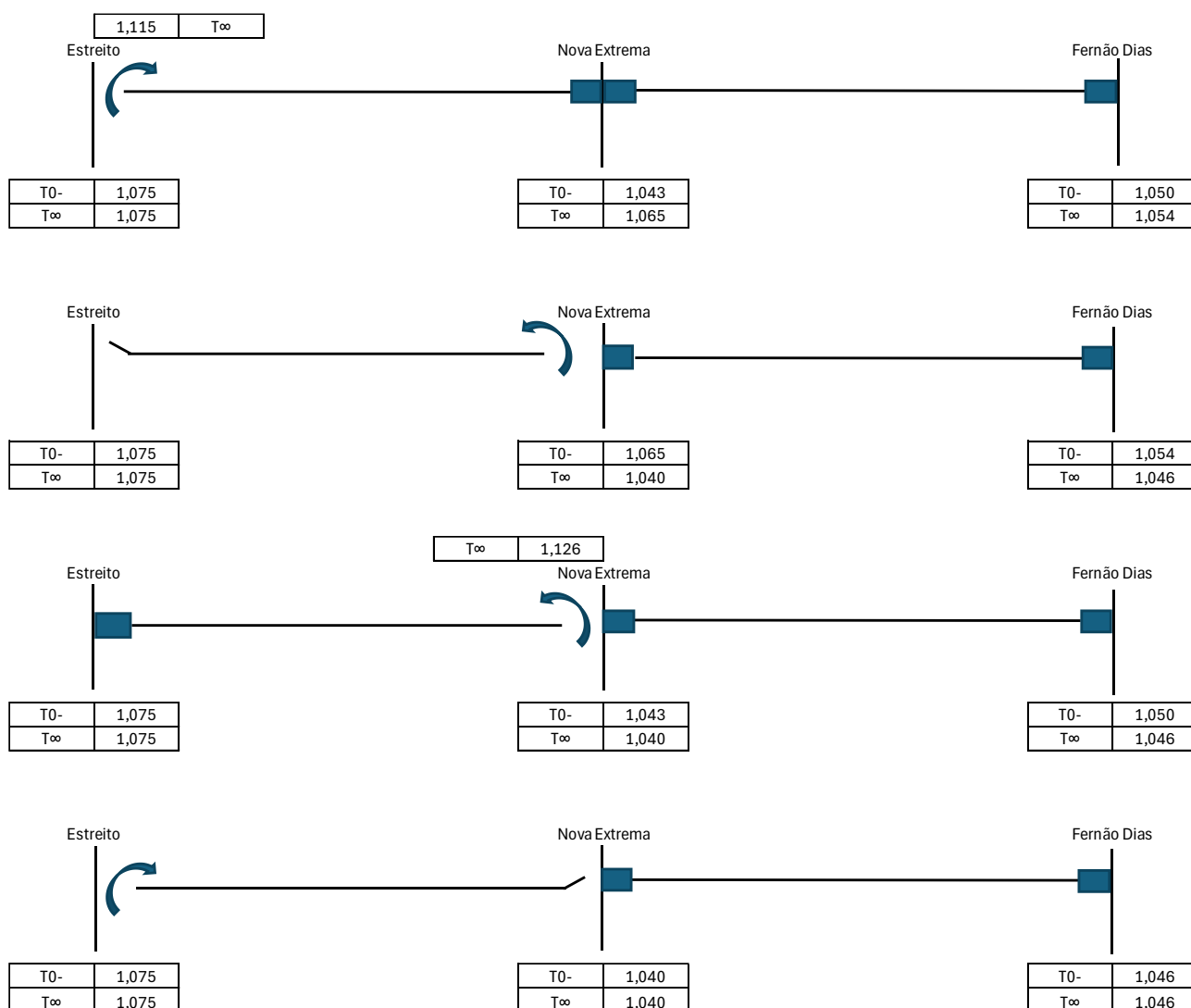


Figura 9-2 Rejeição da LT 500 kV Estreito – Nova Extrema

9.2 LT 500 kV Fernão Dias – Nova Extrema

9.2.1 Energização

As análises em carga leve indicaram que, mesmo com a realocação do reator de linha na ponta de Fernão Dias para Nova Extrema, a Nova Extrema não tem como controlar a tensão se operar com a linha conectada em Estreito mas sem a linha para Fernão Dias, podendo chegar a 1,106 pu. A sobretensão observada então seria agravada num processo de energização iniciado pelo lado de Nova Extrema, indo para 1,144 pu. Dessa forma uma compensação reativa na barra se mostrou necessária para casos de carga leve. Se considerou usar reatores da mesma modulação dos reatores de linha realocados, o que permitiria um compartilhamento do equipamento reserva. Mas, pela avaliação de rejeição no item a seguir, o reator de -136 Mvar na linha não foi suficiente. A

recomendação então foi realocar o reator de -136 Mvar para a barra de Nova Extrema e adicionar um reator de -180 Mvar na linha. A Figura 9-3 ilustra os resultados da sequência de simulações realizadas com a configuração recomendada.

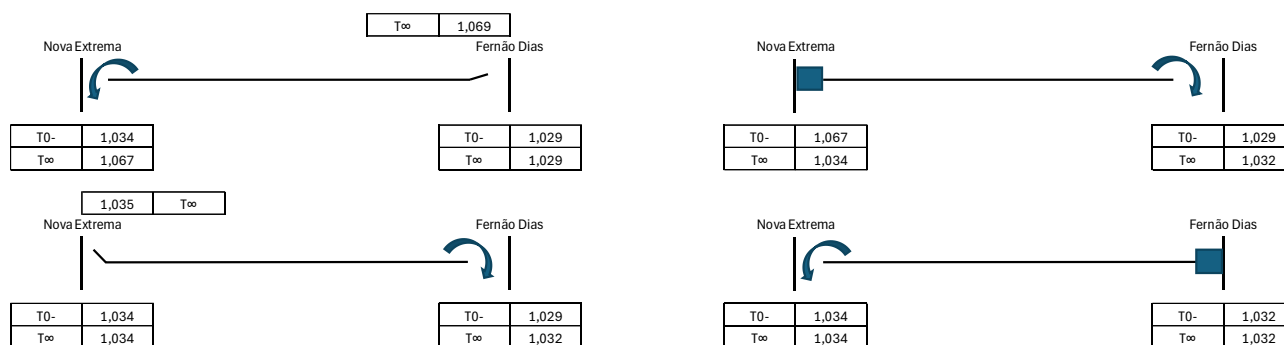
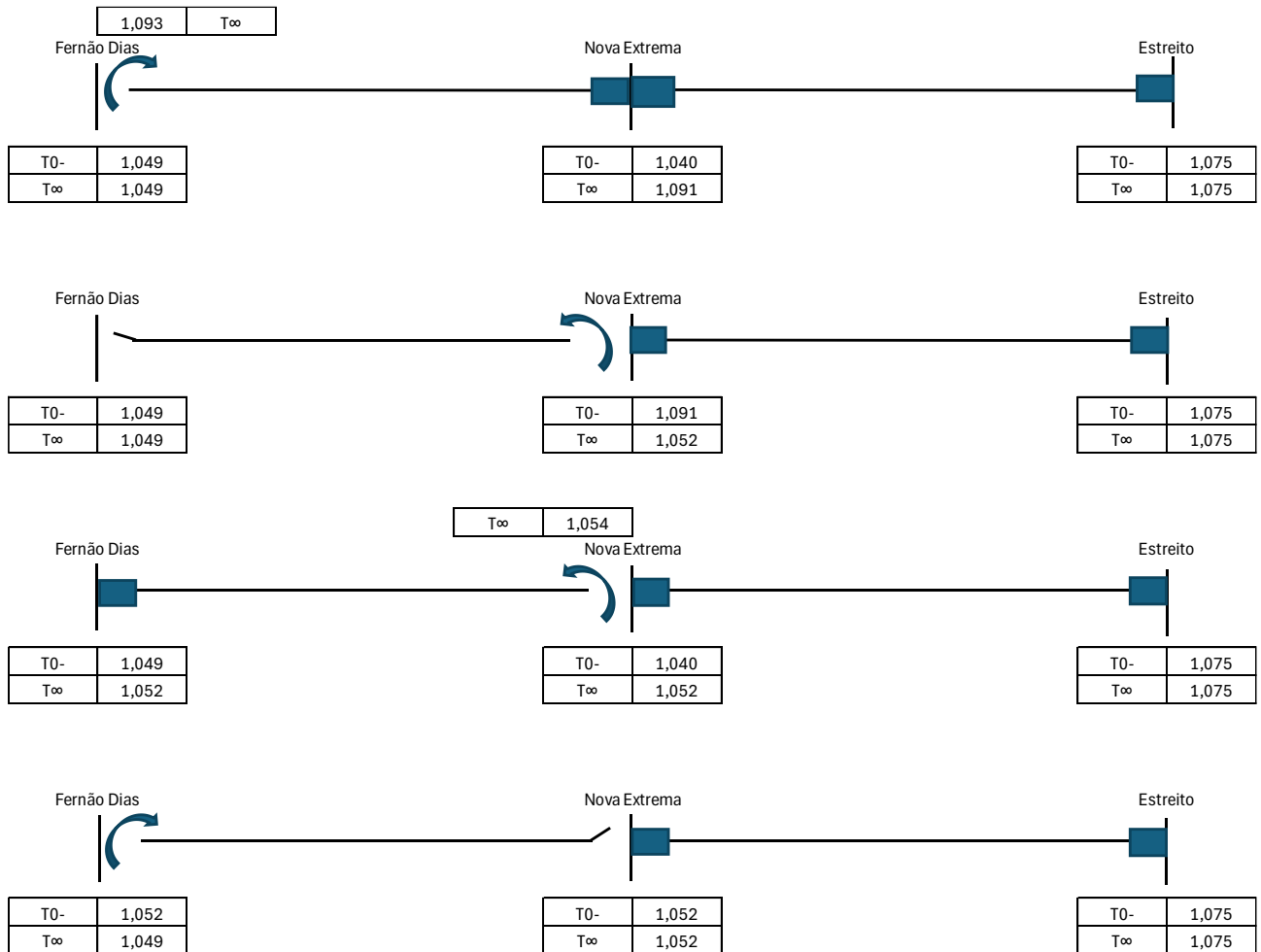


Figura 9-3 Energização da LT 500 kV Fernão Dias – Nova Extrema

9.2.2 Rejeição

Como indicado na energização, a rejeição da LT 500 kV Fernão Dias – Nova Extrema em carga média indicou sobretensão, chegando a 1,109 pu na barra de Nova Extrema após a abertura do circuito em Fernão Dias e considerando o reator do circuito original realocado na ponta de Nova Extrema da LT 500 kV Estreito – Nova Extrema. Pesou contra um reator de -136 Mvar na barra o fato de que o acionamento dele nessa situação resultaria numa variação maior que 5% da tensão. A recomendação então foi aumentar a compensação da linha para -180 Mvar. A Figura 9-4 ilustra os resultados da sequência de simulações realizadas com a configuração recomendada sem necessidade de acionar o reator de barra de Nova Extrema.

Figura 9-4 Rejeição da LT 500 kV Fernão Dias – Nova Extrema



10 AVALIAÇÃO TÉCNICO-ECONÔMICA DE LINHAS DE TRANSMISSÃO AÉREAS

Neste capítulo são apresentadas as análises técnicas visando definir as especificações básicas para o trecho entre o ponto de seccionamento da LT 500 kV Estreito – Fernão Dias, C2, e a SE Nova Extrema, em Circuito Duplo (CD), com cerca de 33 km de comprimento.

Os resultados obtidos nas análises foram extraídos diretamente do programa ELEKTRA, desenvolvido pelo CEPEL [4].

10.1 Dados e Premissas

Os dados ambientais predominantes e preliminares para as análises técnicas e definição das capacidades de corrente estão dispostos na Tabela 10-1. Nota-se que a temperatura do ar corresponde à maior máxima média mensal, conforme adotado no projeto básico da LT 500 kV Estreito – Fernão Dias, C1 e C2, CD, que foi ratificado através de consulta em estações de medição circunvizinhas ao novo trecho de seccionamento em análise [5].

Tabela 10-1 Dados do ambiente

Temperatura do ar [°C]	30,0
Vento p/ cálculo de temperatura [m/s]	1
Radiação solar [W/m ²]	1000
Altitude média [m]	900
Altitude máxima [m]	1186
DRA ¹ [p.u.]	0,88
Vento p/ balanço [km/h] (50 anos, 30 s, 10 m)	119

⁽¹⁾ Densidade Relativa do Ar adotada para verificação de efeito corona visual.

10.2 Critérios Para Análises Elétricas e Comparações Econômicas

Na definição das capacidades de corrente, os valores a serem especificados devem atender minimamente aos fluxos observados no estudo, em condição normal e emergência. Adicionalmente, para o novo trecho de seccionamento, deve-se buscar adotar 65 °C como limite superior de temperatura nos cabos condutores em condição normal de operação e 90 °C em condição de emergência. Com relação aos níveis de emissão eletromagnética, esses devem observar os requisitos mínimos definidos em [6]. Essas restrições, juntamente com o balanço dos cabos,

devem ser observadas de forma a definir uma estimativa inicial para a faixa de segurança e o conjunto de cabos condutores tecnicamente viáveis.

10.3 Características Técnicas da Solução de Referência

10.3.1 Características elétricas: Novo trecho de seccionamento da LT 500 kV Estreito – Fernão Dias, C2, em CD, na SE Nova Extrema

Para esse novo trecho de 500 kV, adotou-se o mesmo cabo condutor do circuito existente a ser seccionado. Portanto, os parâmetros elétricos e as capacidades de corrente especificadas (iguais às da LT existente) estão sumarizados na Tabela 10-2.

Tabela 10-2 Características elétricas básicas do novo trecho de seccionamento da LT 500 kV Estreito – Fernão Dias, C2, em CD, na SE Nova Extrema

Tipo	Cabo	Capacidade por circuito [A]		Parâmetros de sequência a 50 °C			
		Normal	Emerg.	seq.	r [Ω /km]	x [Ω /km]	b [μ S/km]
Circuito Duplo	CAAL 4 x 1000 MCM (30/7)	3400	4285	+	0,0171	0,2785	5,9188
				0	0,2094	0,9786	3,0651
				mut.0	0,1901	0,5573	-0,9257

A Figura 10-1, extraída do ELEKTRA, apresenta um sumário dos resultados técnicos da nova LT em CD, incluindo o vão médio de 550 m utilizado na análise referencial.

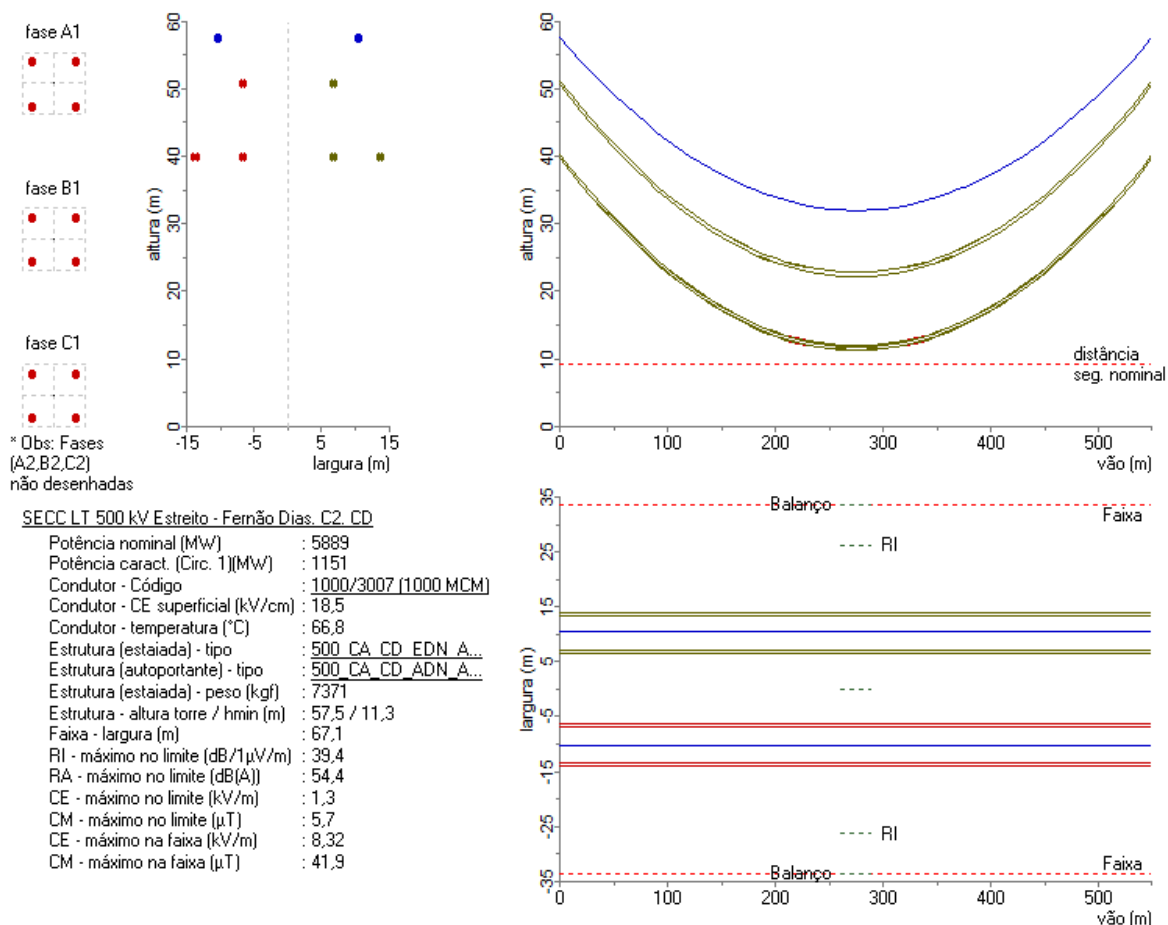


Figura 10-1 Dados técnicos básicos do novo trecho de seccionamento da LT 500 kV Estreito – Fernão Dias, C2, em CD, na SE Nova Extrema

10.3.2 Características construtivas: Novo trecho de seccionamento da LT 500 kV Estreito – Fernão Dias, C2, em CD, na SE Nova Extrema

Considerando os resultados das simulações realizadas, as coordenadas da silhueta típica e as respectivas flechas estão apresentadas na Tabela 10-3. Foram considerados feixes com espaçamento de 60,0 cm entre os cabos condutores.

Tabela 10-3 Coordenadas da silhueta típica do trecho de LT 500 kV em CD

Elemento	X [m]	Y [m]	Flecha [m]
Feixe A1	-13,7	40,0	28,4
Feixe B1	-6,7	50,9	28,4
Feixe C1	-6,7	40,0	28,4
Feixe A2	13,7	40,0	28,4
Feixe B2	6,7	50,9	28,4
Feixe C2	6,7	40,0	28,4
Para-raios 1	-10,4	57,5	25,5
Para-raios 2	10,4	57,5	25,5

10.3.3 Estimativas iniciais para faixa de segurança

Com relação à faixa de segurança, a Tabela 10-4 apresenta o valor calculado pelo ELEKTRA, juntamente com a restrição técnica que a definiu. Não obstante, tendo em vista as incertezas nas premissas e metodologias de cálculo, foram realizadas análises de sensibilidade, variando-se alguns parâmetros e, por segurança, nesta fase, recomenda-se a adoção referencial do valor conforme coluna “Faixa Adotada”.

Tabela 10-4 Estimativas iniciais para faixa de segurança

Faixa calculada [m]	Restrição	Faixa Adotada [m]
67,1	Balanço de Condutores	70,0

11 ANÁLISE DE RESSONÂNCIA E EXTINÇÃO DE ARCO SECUNDÁRIO

Neste capítulo são apresentados os principais resultados das análises preliminares de ressonância e extinção de arco secundário com vistas a verificar, em regime permanente no domínio da frequência, a viabilidade de implantação do religamento monopolar nas Linhas de Transmissão (LT) aéreas resultantes do Seccionamento da LT 500 kV Estreito – Fernão Dias, C2, em Circuito Duplo (CD), na SE Nova Extrema.

Não obstante as análises preliminares realizadas, ressalta-se que as situações deverão ser investigadas novamente no relatório R2, se aplicável, e no âmbito do Projeto Básico. Nestas análises deverão ser consideradas as soluções que de fato serão adotadas, com simulações nos domínios do tempo e da frequência, com uma modelagem mais acurada da rede adjacente, incluindo a reavaliação das especificações de eventuais reatores de neutro, caso seja identificada a necessidade nestes estudos.

Destaca-se que todas as simulações foram realizadas com o programa ATP/ATPDraw, considerando-se uma modelagem trifásica em regime permanente.

11.1 Procedimentos e Critérios de Análise

Diz-se que o religamento monopolar é viável se houver alta probabilidade de auto-extinção do arco secundário em um tempo morto predefinido. Essa probabilidade deve ser verificada através do par de valores de tensão e corrente, no ponto de falta, tanto em regime permanente como em regime transitório. Não obstante, considerando um tempo morto acima de 500 ms, as análises em regime permanente possibilitam conclusões preliminares sobre a viabilidade da manobra. Essas análises têm como objetivo investigar a corrente de arco secundário e a tensão sustentada, sob abertura monopolar, para a faixa de frequência de 56 Hz a 66 Hz [3] [7]. A verificação da tensão de fase aberta é importante não só para a questão da extinção do arco secundário, mas também para assegurar que durante a manobra os equipamentos terminais da LT não ficarão expostos a sobretensões acima de seus limites de suportabilidade.

De forma conservativa, as tensões nas barras terminais devem ser ajustadas para valores próximos aos máximos operativos. Além disso, para maximizar a corrente de arco secundário, o fluxo de potência na LT deve ser ajustado, no mínimo, para a condição de maior carregamento vislumbrada no estudo. Nas simulações, considera-se que a silhueta típica é usada em toda a extensão da LT, com a devida representação das transposições e eventuais paralelismos. Por fim, deve-se adotar os seguintes limites para as variáveis avaliadas:

- Corrente de arco secundário não superior a 80 A_{ef} [7] [8]

- Tensão induzida na fase aberta não superior à tensão máxima de operação

11.2 Seccionamento da LT 500 kV Estreito – Fernão Dias, C2, em CD, na SE Nova Extrema

Atualmente a LT existente possui um comprimento de cerca de 342 km, com reatores *shunt* de 136 Mvar (reator de neutro de 400 Ω) em ambos os terminais, resultando em um grau de compensação de aproximadamente 53 %. Após o seccionamento o trecho Estreito – Nova Extrema, C1, ficará com aproximadamente 347 km, 61 % compensado. Apesar do trecho resultante se manter com a mesma extensão da LT existente, o grau de compensação se elevou em razão da recomendação da manutenção do reator *shunt* de 136 Mvar no terminal de Estreito e da instalação de um novo reator *shunt* de 180 Mvar no terminal de Nova Extrema. Já o trecho Nova Extrema – Fernão Dias, C1, ficará com aproximadamente 61 km, sem compensação. Cabe ressaltar que o reator *shunt* de 136 Mvar atualmente instalado no terminal de Fernão Dias, será remanejado para a barra da SE Nova Extrema.

Na sequência serão apresentados os resultados apenas para o trecho Estreito – Nova Extrema, uma vez que para o trecho menor não são vislumbrados problemas. Nas simulações, o ponto de operação foi ajustado considerando-se um fluxo de cerca 1140 MW na LT. Como atualmente os circuitos 1 e 2 da LT 500 kV Estreito – Fernão Dias possuem significativo acoplamento eletromagnético – trata-se de um circuito duplo na mesma torre – diferentes combinações precisaram ser avaliadas. No entanto, somente as condições que provocaram os piores resultados serão apresentadas neste relatório.

Os resultados da Tabela 11-1 e da Figura 11-1 indicam a necessidade de adoção de medida para mitigar a corrente de arco secundário, uma vez que o limite de 80 A_{ef} é superado. Assim, propõe-se substituir o reator de neutro da extremidade de Estreito para 800 Ω , além de considerar um reator de neutro de 1000 Ω na extremidade de Nova Extrema. A efetividade da solução adotada é demonstrada na Figura 11-2, mantendo-se a corrente de arco secundário no limite estabelecido para toda a faixa de frequência de análise.

Adicionalmente, conforme a Figura 11-3, pode-se verificar que durante a abertura monopolar de qualquer fase da LT 500 kV Estreito – Nova Extrema C1, as fases da LT 500 kV Estreito – Fernão Dias C1 ficam sujeitas a tensões dentro do limite de 1,10 p.u. (317,5 kV_{ef}) quando ela estiver com as três fases abertas e não aterradas em seus terminais.

Já a Figura 11-4 apresenta a tensão no reator de neutro da extremidade de Estreito para a condição de simulação apresentada, donde o maior valor encontrado foi de 79,6 kV_{ef}. Como o terminal de neutro do reator *shunt* existente suporta 140 kV_{ef} por 1 minuto, entende-se que essa proposta é viável. Por fim, a Figura 11-5 apresenta a tensão no reator de neutro da extremidade de Nova Extrema para a mesma condição de simulação, donde o maior valor encontrado foi de 83,8 kV_{ef}.

Ressalta-se, no entanto, que o dimensionamento final dos novos reatores de neutro – inclusive dos seus para-raios ZnO – e outras avaliações (como aquelas associadas às distâncias de segurança da barra de neutro do reator *shunt* existente etc) deverão ser feitos com estudos mais detalhados, considerando outras condições de simulação, incluindo manobras e aplicação de faltas. Cumpre destacar também que, segundo informações levantadas, atualmente o religamento automático monopolar não está habilitado na LT a ser seccionada.

Tabela 11-1 LT 500 kV Estreito – Nova Extrema, C1. Corrente de arco secundário a 60 Hz, valor eficaz. LT 500 kV Estreito – Fernão Dias C1 aberta e não aterrada. Reator de neutro existente de 400 Ω na extremidade de Estreito e sem reator de neutro na extremidade de Nova Extrema.

Fase em falta	Local da falta		
	Estreito	½ LT	Nova Extrema
A	100,7 A	97,6 A	97,0 A
B	102,3 A	94,3 A	98,4 A
C	88,9 A	86,6 A	84,7 A

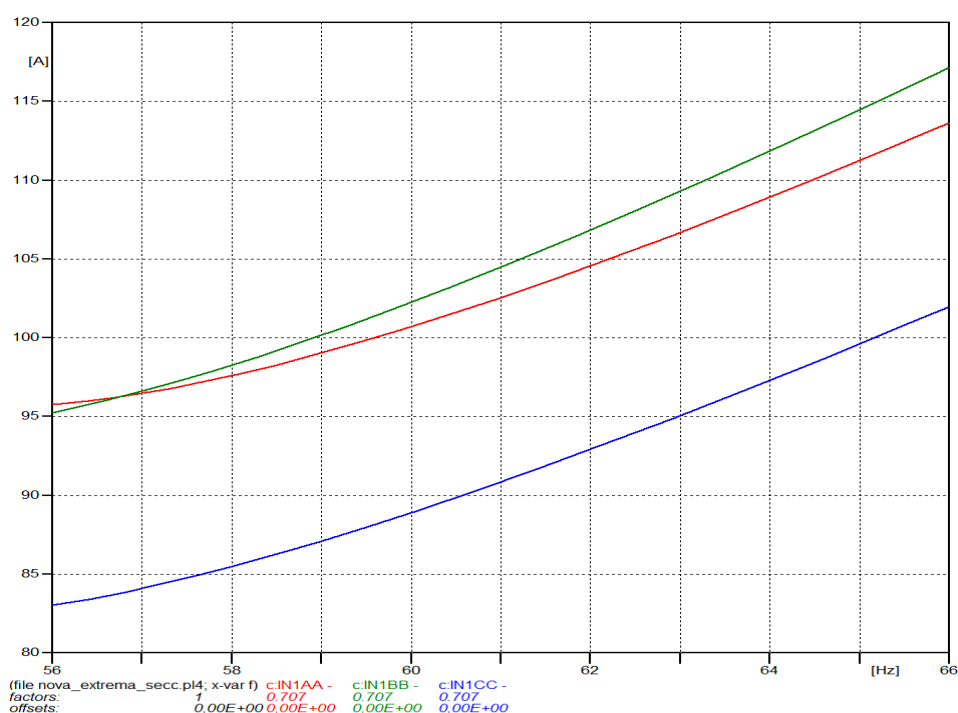


Figura 11-1 LT 500 kV Estreito – Nova Extrema, C1. Prospecção da corrente de arco secundário, valor eficaz. LT 500 kV Estreito – Fernão Dias C1 aberta e não aterrada. Reator de neutro existente de 400 Ω na extremidade de Estreito e sem reator de neutro na extremidade de Nova Extrema. Terminal de Estreito

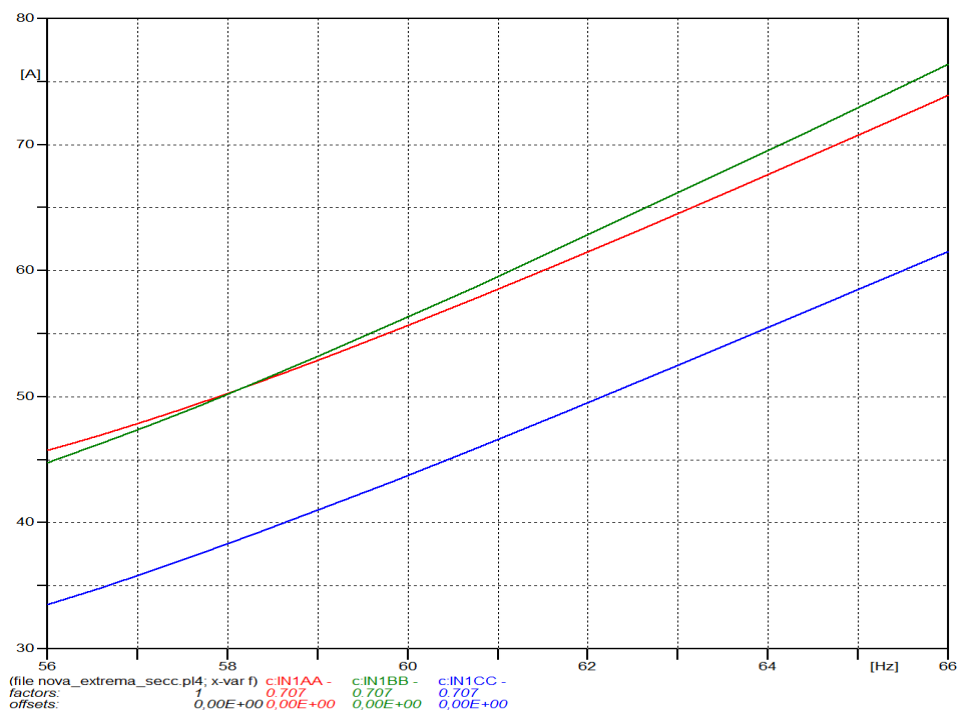


Figura 11-2 LT 500 kV Estreito – Nova Extrema, C1. Prospecção da corrente de arco secundário, valor eficaz. LT 500 kV Estreito – Fernão Dias C1 aberta e não aterrada. Reator de neutro de 800 Ω na extremidade de Estreito e reator de neutro de 1000 Ω na extremidade de Nova Extrema. Terminal de Estreito

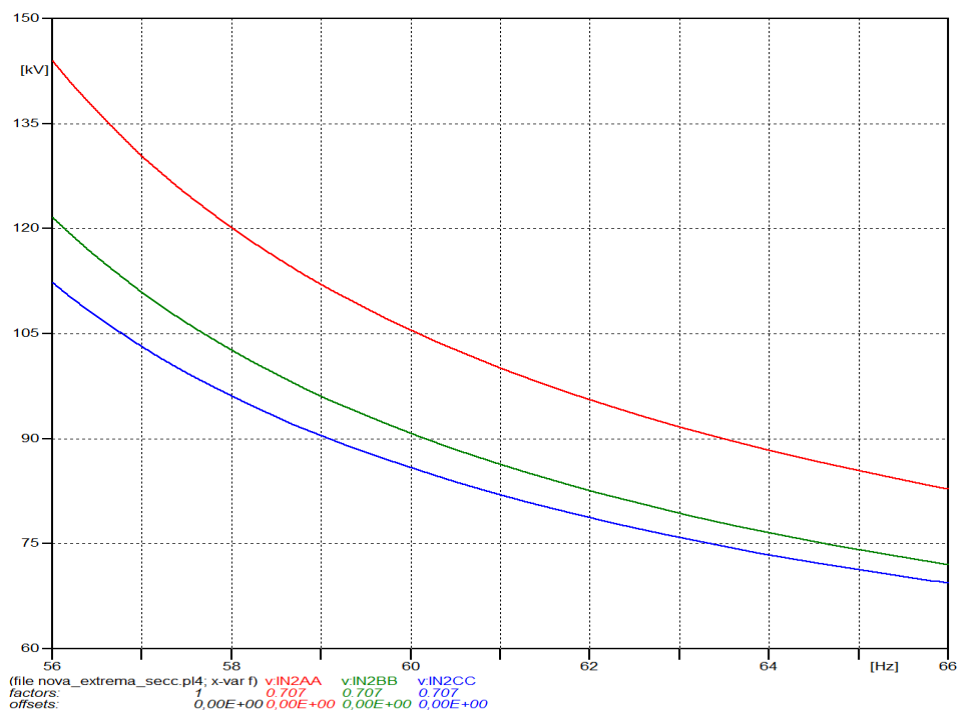


Figura 11-3 LT 500 kV Estreito – Nova Extrema, C1. Prospecção da tensão induzida na LT 500 kV Estreito – Fernão Dias C1, valor eficaz. LT 500 kV Estreito – Fernão Dias C1 aberta e não aterrada e LT 500 kV Estreito – Nova Extrema com uma fase aberta. Reator de neutro de 800 Ω na extremidade de Estreito e reator de neutro de 1000 Ω na extremidade de Nova Extrema. Terminal de Estreito

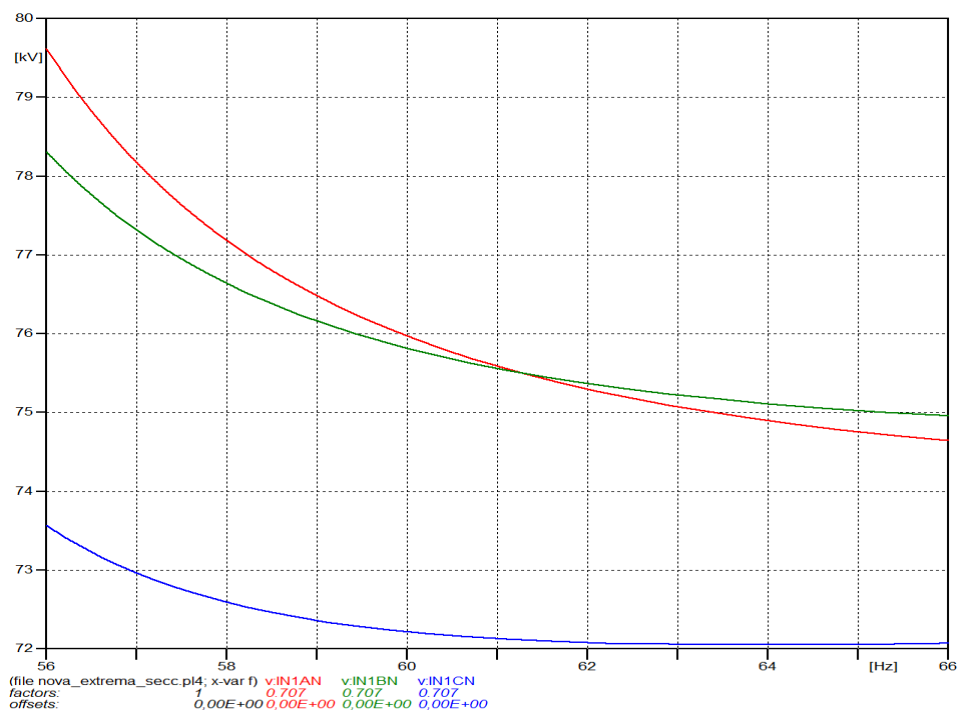


Figura 11-4 LT 500 kV Estreito – Nova Extrema, C1. Prospecção da tensão no reator de neutro de 800 Ω , valor eficaz. LT 500 kV Estreito – Fernão Dias C1 aberta e não aterrada e LT 500 kV Estreito – Nova Extrema com uma fase aberta. Reator de neutro de 800 Ω na extremidade de Estreito e reator de neutro de 1000 Ω na extremidade de Nova Extrema. Terminal de Estreito

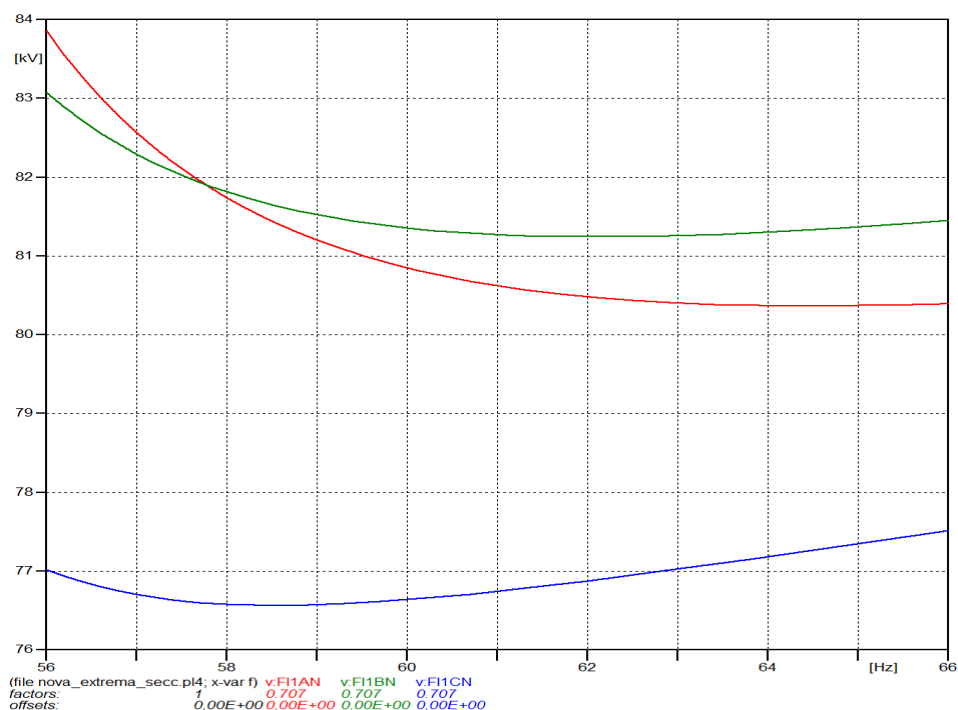


Figura 11-5 LT 500 kV Estreito – Nova Extrema, C1. Prospecção da tensão no reator de neutro de 1000 Ω , valor eficaz. LT 500 kV Estreito – Fernão Dias C1 aberta e não aterrada e LT 500 kV Estreito – Nova Extrema com uma fase aberta. Reator de neutro de 800 Ω na extremidade de Estreito e reator de neutro de 1000 Ω na extremidade de Nova Extrema. Terminal de Nova Extrema

12 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.

Foram analisadas as correntes de curto-circuito trifásicas, monofásicas e bifásicas nos barramentos de subestações na região de interesse no ano de 2030, sem e com a solução recomendada nessa primeira parte, e no ano de 2038 considerando a solução completa.

Para as simulações, são considerados como superados os disjuntores de subestações cujos níveis de curto-circuito se mostraram acima de 100% da sua capacidade nominal de interrupção e, como em alerta, os disjuntores com 90% a 100% dessa capacidade. Foi utilizada a base de dados para estudos de curto-circuito – PDE 2033 [9], disponível no site EPE, adicionando uma representação da topologia do sistema 138 kV da Energisa na região.

Tabela 12-1 – Níveis de Curto-Circuito Máximo

Identificação			2030 sem obras			2030 com obras			2038 com obras			Disj. (kA)
Nº	Subestação	kV	3Φ (kA)	1Φ (kA)	2Φ (kA)	3Φ (kA)	1Φ (kA)	2Φ (kA)	3Φ (kA)	1Φ (kA)	2Φ (kA)	
2677	ATIBA2-SP345	345	11,24	10,11	10,95	11,59	10,22	11,16	11,58	10,27	11,20	50,00
2678	ATIBA2-SP138	138	18,16	8,02	16,73	18,16	8,11	16,55	18,42	8,43	16,79	40,00
3987	CAMBUÍ 2-138	138	2,93	2,95	3,00	1,93	1,97	2,03	1,94	1,98	2,04	31,50
75006	B.PAUL2-138	138	7,28	5,91	6,86	6,09	4,46	5,65	6,10	4,48	5,66	31,50
75030	EXTREMA--138	138	6,02	6,21	6,20	12,87	9,13	11,99	12,89	9,33	12,01	40,00
75053	S.TEREZ-138	138	11,58	9,14	10,94	10,55	7,07	9,59	10,64	7,09	9,68	31,50
75063	CAMANDUC-138	138	3,75	3,96	3,93	4,63	4,10	4,43	7,14	5,70	6,70	31,50
75093	EXTREMA2-138	138	5,67	5,25	5,52	9,64	6,54	8,91	9,64	6,64	8,92	40,00
4322	F.DIAS-SP500	500	30,01	41,05	41,84	31,95	42,98	43,12	32,21	43,28	43,38	50,00
99001	N.EXTR-MG138	138	-	-	-	16,28	10,12	14,89	16,25	10,48	14,92	NOVA
99000	N.EXTR-MG500	500	-	-	-	14,43	13,46	14,17	14,43	13,44	14,17	NOVA

A Tabela 12-1 apresenta resultados da análise de mínimo disjuntor com a evolução da corrente de curto-circuito e não indica nenhum caso de violação ou de atenção na região do estudo. Dessa forma, este estudo não propõe substituições de equipamentos por conta de curto-circuito. Apenas recomenda-se que os novos pátios considerem a configuração do último ano do horizonte para estimar a capacidade de seus disjuntores.

13 REFERÊNCIAS

- [1] EPE, “EPE-DEA-SMA-NT-008/2024 - ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DO R1 DE ATENDIMENTO À REGIONAL LESTE DA ENERGISA SULSUDESTE,” 2024.
- [2] CCPE, *Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão dos Sistemas de Transmissão*, <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-482/Crit%C3%A9rios%20de%20Planejamento%20de%20Expans%C3%A3o%20-%20ccpe-ctet056.pdf>, 2002.
- [3] ONS, *Procedimentos de Rede – Submódulo 2.3 – Premissas, Critérios e Metodologias Para Estudos Elétricos*, 2022.
- [4] CEPEL, *Programa ELEKTRA*, <https://www.cepel.br/produtos/elektra/>.
- [5] INMET, *Normal Climatológico do Brasil 1981-2010: Temperatura Máxima.*, <http://www.inmet.gov.br/portal/>.
- [6] ONS, *Procedimentos de Rede – Submódulo 2.7 – Requisitos Mínimos Para Linhas de Transmissão.*, 2022.
- [7] ONS, *Diretrizes para a Elaboração de Projetos Básicos para Empreendimentos de Transmissão: Estudos elétricos, especificação das instalações, de equipamentos e de linhas de transmissão*, 2013.
- [8] H.-J. Haubrich, G. Hosemann e R. Thomas, “Single-phase auto-reclosing in EHV Systems,” *CIGRE* 1974, paper 31-09, 1974.
- [9] EPE, *Base de dados para estudos de curto-circuito – PDE 2033*, <https://www.epe.gov.br/pt/areas-de-atuacao/energia-eletrica/planejamento-da-transmissao/bases-de-dados-de-simulacao>, 2024.

EPE

Daniel José Tavares de Souza

Bruno Scarpa Alves da Silveira

Fabiano Schmidt

Paulo Fernando de Matos Araujo

Vanessa Stephan Lopes

Energisa Sul-Sudeste

Ademir Cavalcante e Silva

Anderson Muneo Suyama

Bruno Scarelli Camarini

Elvis Afonso Padoim Lucas da Silva

Junior Ariga de Almeida

Leonardo Ito Perillo

Luiz Moreto Vicentin Júnior

Ramon Rocha de Oliveira

Renan Felix Fernandes Souza

Tiago Luis Diorio Sanches

15 ANEXOS

15.1 Fichas PET

INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE REDE BÁSICA

Sistema Interligado da Região SUDESTE

Empreendimento:	UF: SP
SE 500/138 kV NOVA EXTREMA (Nova)	DATA DE NECESSIDADE: Jan/2030
	PRAZO DE EXECUÇÃO: 60 meses

Justificativa:

Nova fonte para atendimento à Regional Leste

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

1° e 2° TF 500/138 kV, (6+1R) x 133 MVA 1Φ	105.546,70
2 CT (Conexão de Transformador) 500 kV, Arranjo DJM	28.402,06
2 IB (Interligação de Barras) 500 kV, Arranjo DJM	27.299,62
2 CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BD4	13.096,34
1 IB (Interligação de Barras) 138 kV, Arranjo BD4	5.151,19
1 CRB (Conexão de Reator de Barra) 500 kV, Arranjo DJM	11.155,36
MIM - 500 kV	8.210,26
MIM - 138 kV	2.132,26
MIG (Terreno Rural)	23.606,32

Total de Investimentos Previstos: **224.600,11**

Situação atual:

Observações:

Documentos de referência:

[1] Custos Modulares da ANEEL – Março de 2024.

Sistema Interligado da Região SUDESTE

Empreendimento:	UF: SP
SECC LT 500 kV ESTREITO - FERNÃO DIAS, C1, NA SE NOVA EXTREMA (NOVA)	DATA DE NECESSIDADE: Jan/2030
	PRAZO DE EXECUÇÃO: 60 meses

Justificativa:

Nova fonte para atendimento à Regional Leste

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

Circuito Duplo 500 kV, 4 x 954 MCM (RAIL), 33 km	138.607,26
1 IB (Interligação de Barras) 500 kV, Arranjo DJM	13.649,81
2 EL (Entrada de Linha) 500 kV, Arranjo DJM	24.955,44
Reator de Linha Fixo 500 kV, (3+1R) x 60 Mvar 1Φ	23.598,84
1 CRL (Conexão de Reator de Linha Fixo) 500 kV, Arranjo DJM	3.455,57
MIM - 500 kV	4.105,13

Total de Investimentos Previstos: **208.372,05**

Situação atual:

Observações:

Documentos de referência:

[1] Custos Modulares da ANEEL – Março de 2024.

15.2 Cenário de emergência (dimensionador 1)

Tabela 15-1 - Diagnóstico cenário dimensionador 1 – Condição Contingência – Fluxo.

CONTINGÊNCIA	LINHAS E TRAFOS		2027		2028		2029		2030		2031		2032		2033		2034		2035		2036		2037		2038	
		NC LIM.	MW	Mvar %	MW	Mvar %	MW	Mvar %	MW	Mvar %	MW	Mvar %	MW	Mvar %	MW	Mvar %	MW	Mvar %	MW	Mvar %	MW	Mvar %	MW	Mvar %	MW	Mvar %
ITAJ3A-MG000	ITAJU3-MG500	1	213	87	225	94	228	100	233	105	239	113	247	124	255	133	265	142	273	156	281	177				
	ITAJ3B-MG000	330		66%		70%		71%		73%		76%		79%		82%		84%		88%		94%		NC		NC
LT MOGI---SP345 --- ATIBA2-SP345 - 1	ATIBA2-SP345	1			359	42	371	51	379	62	386	74	399	10	411	28	425	53	440	76	453	91				
	ATIBA2-SP138			NC		74%		77%		79%		82%		80%		83%		86%		91%		97%		NC		NC
	ATIBA2-SP345	1			359	42	371	51	379	62	386	74	399	10	411	28	425	53	440	76	453	91				
	ATIBA2-SP138			NC		74%		77%		79%		82%		80%		83%		86%		91%		97%		NC		NC
LT POCOS--MG345 --- ATIBA2-SP345 - 1	CAMBUÍ 2-138	1	99	-14	100	-14	102	-14	103	-14	104	-13	106	-15	106	-15	108	-14	109	-13	110	-15				
	CAMANDUC-138	150		73%		75%		77%		79%		79%		83%		83%		86%		89%		93%		NC		NC
	ITAJU3-MG138	1	151	29	154	32	159	36	163	40	167	44	173	47	177	53	184	60	190	69	199	85				
	PARAIS-MG138	125		119%		122%		126%		130%		134%		139%		144%		150%		157%		168%		NC		NC
	PARAIS-MG138	1	139	12	142	14	147	16	150	19	153	22	158	22	162	26	167	31	171	36	178	48				
	CAMBUÍ 2-138	125		116%		119%		124%		127%		130%		136%		140%		146%		153%		163%		NC		NC

Tabela 15-2 - Diagnóstico cenário dimensionador 1 – Condição Contingência – Tensão.

CONTINGÊNCIA	SUBESTAÇÃO	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
ATF 345/138 ATIBA2-SP - ATIBA2 - 1	BRAGA1-SP138	94,50%	94,10%	93,60%	92,90%	92,20%	93,90%	92,90%	NC	NC	NC	NC	NC
	JQM-----138	94,50%	94,10%	93,50%	92,90%	92,10%	93,90%	92,90%	NC	NC	NC	NC	NC
	S. TEREZ-138	93,10%	92,60%	92,00%	91,20%	90,40%	92,00%	90,90%	NC	NC	NC	NC	NC
	CAMBUÍ 2-138	88,40%	87,50%	86,50%	85,30%	84,00%	84,20%	82,40%	NC	NC	NC	NC	NC
	PARAIS-MG138	95,20%	94,70%	94,20%	93,50%	92,80%	92,80%	91,90%	NC	NC	NC	NC	NC
	B. PAUL2-138	91,60%	91,00%	90,30%	89,40%	88,40%	89,90%	88,60%	NC	NC	NC	NC	NC
	EXTREMA--138	88,70%	87,90%	87,00%	85,80%	84,60%	85,70%	84,00%	NC	NC	NC	NC	NC
	FRUM-----138	87,80%	86,90%	85,90%	84,70%	83,40%	84,40%	82,60%	NC	NC	NC	NC	NC
	CAMANDUC-138	86,90%	85,90%	84,80%	83,50%	82,10%	82,60%	80,70%	NC	NC	NC	NC	NC
	EXTREMA2-138	89,10%	88,40%	87,50%	86,40%	85,20%	86,40%	84,70%	NC	NC	NC	NC	NC
	REXAM----138	87,40%	86,50%	85,50%	84,20%	82,90%	83,70%	81,90%	NC	NC	NC	NC	NC
	ATIBA2-SP138	95,40%	95,00%	94,60%	94,00%	93,40%	95,50%	94,60%	NC	NC	NC	NC	NC
	ITAPEVA--138	87,00%	86,10%	85,00%	83,70%	82,30%	83,00%	81,10%	NC	NC	NC	NC	NC

15.3 Cenário de emergência (dimensionador 2)

Tabela 15-3 - Diagnóstico cenário dimensionador 2 – Condição Contingência – Fluxo.

CONTINGÊNCIA	LINHAS E TRAFOS	NC LIM.	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
			MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %
ATF 345/138 ATIBA2-SP - ATIBA2 - 1	D#1STE-SP138	1	76 -1	79 -0	81 0	84 1	87 0	90 -10	94 -9	98 -7				
	BRAGA1-SP138	108	70%	73%	75%	78%	81%	84%	87%	91%	NC	NC	NC	DIV
	M.MIR2-SP138	2	114 28	118 30	121 32	125 34	129 36	132 26	138 30	143 35				
	D#2MFD-SP138	163	72%	75%	77%	80%	82%	83%	87%	90%	NC	NC	NC	DIV
	D#1AMP-SP138	1	97 10	99 11	102 12	105 13	108 14	111 3	115 5	120 8				
	D#1QAM-SP138	108	91%	93%	95%	98%	101%	103%	106%	111%	NC	NC	NC	DIV
	D#1STE-SP138	1	78 2	81 3	83 4	86 5	90 5	92 -5	97 -3	101 0				
	D#1STE-SP138	108	72%	75%	77%	80%	83%	85%	90%	94%	NC	NC	NC	DIV
	BRAGA1-SP138	1	98 38	102 40	106 43	110 46	115 50	119 52	124 57	130 63				
	S. TEREZ-138	150	70%	73%	76%	79%	83%	87%	91%	96%	NC	NC	NC	DIV
	BRAGA1-SP138	2	98 38	102 40	106 43	110 46	115 50	119 52	124 57	130 63				
	S. TEREZ-138	150	70%	73%	76%	79%	83%	87%	91%	96%	NC	NC	NC	DIV
	CAMANDUC-138	1	18 6	19 7	21 7	22 8	23 8	25 9	27 10	29 12				
	CAMANDUC13.2	30	63%	67%	73%	77%	80%	90%	97%	103%	NC	NC	NC	DIV

Tabela 15-4 - Diagnóstico cenário dimensionador 2 – Condição Contingência – Tensão.

CONTINGÊNCIA	SUBESTAÇÃO	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
ATF 345/138 ATIBA2-SP - ATIBA2 - 1	BRAGA1-SP138	94,4%	94,0%	93,5%	92,8%	92,0%	94,1%	93,2%	92,0%	NC	NC	NC	DIV
	JQM-----138	94,4%	93,9%	93,4%	92,8%	92,0%	94,1%	93,1%	92,0%	NC	NC	NC	DIV
	S. TEREZ-138	92,8%	92,2%	91,6%	90,8%	90,0%	92,0%	90,9%	89,5%	NC	NC	NC	DIV
	B. PAUL2-138	91,5%	90,8%	90,1%	89,3%	88,3%	90,3%	89,0%	87,5%	NC	NC	NC	DIV
	EXTREMA--138	88,8%	88,0%	87,1%	86,0%	84,7%	86,7%	85,1%	83,1%	NC	NC	NC	DIV
	FRUM-----138	88,0%	87,2%	86,2%	85,0%	83,7%	85,6%	83,9%	81,9%	NC	NC	NC	DIV
	EXTREMA2-138	89,2%	88,4%	87,6%	86,5%	85,3%	87,2%	85,7%	83,8%	NC	NC	NC	DIV
	REXAM----138	87,8%	86,9%	86,0%	84,8%	83,4%	85,3%	83,6%	81,5%	NC	NC	NC	DIV
	ATIBA2-SP138	95,3%	94,9%	94,5%	93,9%	93,3%	95,7%	94,8%	93,7%	NC	NC	NC	DIV
	ITAPEVA--138	87,6%	86,7%	85,7%	84,5%	83,1%	85,0%	83,2%	81,0%	NC	NC	NC	DIV

15.4 Plano de Obras e Estimativa de Investimentos

Tabela 15-5 - Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 1 – Secc LT 500 kV Cachoeira Paulista – Fernão Dias.

Descrição	Terminal	Ano	Qtde.	Fator	Custo da Alternativa (R\$ x 1000)				
					Custo Unitário (sem fator)	Custo Total	VP	Parcela Anual	RN
						438.775,81	271.452,52	38.975,33	122.266,04
SE 500/138 kV PONTE NOVA (Nova)						213279,1	134402,0109	18945,03505	62156,69497
1° e 2° TF 500/138 kV, (6+1R) x 133 MVA 1Φ		2030	7	1	15078,1	105546,7	R\$ 66.512,32	R\$ 9.375,44	30759,85428
CT (Conexão de Transformador) 500 kV, Arranjo DJM		2030	2	1	14201,03	28402,06	R\$ 17.898,12	R\$ 2.522,88	8277,314467
EL (Entrada de Linha) 500 kV, Arranjo DJM			2						
IB (Interligação de Barras) 500 kV, Arranjo DJM		2030	2	1	13649,81	27299,62	R\$ 17.203,39	R\$ 2.424,96	7956,026414
CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BD4		2030	2	1	6548,17	13096,34	R\$ 8.252,92	R\$ 1.163,31	3816,713455
IB (Interligação de Barras) 138 kV, Arranjo BD4		2030	1	1	5151,19	5151,19	R\$ 3.246,12	R\$ 457,57	1501,229823
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4			5						
MIM - 500 kV		2030	1	1	8210,26	8210,26	R\$ 5.173,86	R\$ 729,30	2392,745592
MIM - 138 kV		2030	1	1	2132,26	2132,26	R\$ 1.343,69	R\$ 189,40	621,4121985
MIG (Terreno Rural)		2030	1	1	23440,67	23440,67	R\$ 14.771,60	R\$ 2.082,17	6831,39874
SECC LT 500 kV CACHOEIRA PAULISTA - FERNÃO DIAS, C1, NA SE PONTE NOVA (Nova)						150962,04	95131,69242	13409,57055	43995,41011
Circuito Duplo 500 kV, 4 x 954 MCM (RAIL), 30 km		2030	30	1	4200,22	126006,6	R\$ 79.405,53	R\$ 11.192,84	36722,5565
EL (Entrada de Linha) 500 kV, Arranjo DJM		2030	2	1	12477,72	24955,44	R\$ 15.726,16	R\$ 2.216,73	7272,853608
SECC LT 138 kV EXTREMA - EXTREMA II, C1, NA SE PONTE NOVA (Nova)						20091,83	12661,26101	1784,705691	5855,434258
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (DRAKE), 4 km		2030	4	1	1157,39	4629,56	R\$ 2.917,41	R\$ 411,23	1349,209317
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4		2030	2	1	6985,46	13970,92	R\$ 8.804,05	R\$ 1.241,00	4071,595449
MIM - 138 kV		2030	1	1	1491,35	1491,35	R\$ 939,80	R\$ 132,47	434,6294927
SECC LT 138 kV FRUM - REXAM, C1, NA SE PONTE NOVA (Nova)						29350,95	18496,07721	2607,169556	8553,852891
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (DRAKE), 12 km		2030	12	1	1157,39	13888,68	R\$ 8.752,22	R\$ 1.233,70	4047,62795
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4		2030	2	1	6985,46	13970,92	R\$ 8.804,05	R\$ 1.241,00	4071,595449
MIM - 138 kV		2030	1	1	1491,35	1491,35	R\$ 939,80	R\$ 132,47	434,6294927
SECC LT 138 kV CAMANDUCAIA - CAMBUI II, C1, NA SE PONTE NOVA (Nova)						25091,89	10761,48153	2228,848188	1704,649134
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (DRAKE), 25 km		2035	25	0,6	1157,383333	17360,75	R\$ 7.445,73	R\$ 1.542,11	1179,424406
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4		2035	1	1	6985,46	6985,46	R\$ 2.995,94	R\$ 620,50	474,5660188
MIM - 138 kV		2035	1	1	745,68	745,68	R\$ 319,81	R\$ 66,24	50,6587095

Tabela 15-6 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 2 – Secc LT 440 kV Taubaté – Fernão Dias.

Descrição	Terminal	Ano	Qtde.	Fator	Custo da Alternativa (R\$ x 1000)				
					Custo Unitário (sem fator)	Custo Total	VP	Parcela Anual	RN
						443.317,11	274.314,31	39.378,72	123.589,53
SE 440/138 kV PONTE NOVA (Nova)						213279,1	134402,0109	18945,03505	62156,69497
1° e 2° TF 440/138 kV, (6+1R) x 133 MVA 1Φ		2030	7	1	15078,1	105546,7	R\$ 66.512,32	R\$ 9.375,44	30759,85428
CT (Conexão de Transformador) 440 kV, Arranjo DJM		2030	2	1	14201,03	28402,06	R\$ 17.898,12	R\$ 2.522,88	8277,314467
EL (Entrada de Linha) 440 kV, Arranjo DJM			2						
IB (Interligação de Barras) 440 kV, Arranjo DJM		2030	2	1	13649,81	27299,62	R\$ 17.203,39	R\$ 2.424,96	7956,026414
CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BD4		2030	2	1	6548,17	13096,34	R\$ 8.252,92	R\$ 1.163,31	3816,713455
IB (Interligação de Barras) 138 kV, Arranjo BD4		2030	1	1	5151,19	5151,19	R\$ 3.246,12	R\$ 457,57	1501,229823
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4			5						
MIM - 440 kV		2030	1	1	8210,26	8210,26	R\$ 5.173,86	R\$ 729,30	2392,745592
MIM - 138 kV		2030	1	1	2132,26	2132,26	R\$ 1.343,69	R\$ 189,40	621,4121985
MIG (Terreno Rural)		2030	1	1	23440,67	23440,67	R\$ 14.771,60	R\$ 2.082,17	6831,39874
SECC LT 440 kV TAUBATÉ - FERNÃO DIAS, C1, NA SE PONTE NOVA (Nova)						155503,34	97993,48175	13812,96258	45318,8975
Circuito Duplo 440 kV, 4 x 636 MCM (GROSBEAK), 35 km		2030	35	1	3729,94	130547,9	R\$ 82.267,32	R\$ 11.596,23	38046,04389
EL (Entrada de Linha) 500 kV, Arranjo DJM		2030	2	1	12477,72	24955,44	R\$ 15.726,16	R\$ 2.216,73	7272,853608
SECC LT 138 kV EXTREMA - EXTREMA II, C1, NA SE PONTE NOVA (Nova)						20091,83	12661,26101	1784,705691	5855,434258
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (DRAKE), 4 km		2030	4	1	1157,39	4629,56	R\$ 2.917,41	R\$ 411,23	1349,209317
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4		2030	2	1	6985,46	13970,92	R\$ 8.804,05	R\$ 1.241,00	4071,595449
MIM - 138 kV		2030	1	1	1491,35	1491,35	R\$ 939,80	R\$ 132,47	434,6294927
SECC LT 138 kV FRUM - REXAM, C1, NA SE PONTE NOVA (Nova)						29350,95	18496,07721	2607,169556	8553,852891
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (DRAKE), 12 km		2030	12	1	1157,39	13888,68	R\$ 8.752,22	R\$ 1.233,70	4047,62795
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4		2030	2	1	6985,46	13970,92	R\$ 8.804,05	R\$ 1.241,00	4071,595449
MIM - 138 kV		2030	1	1	1491,35	1491,35	R\$ 939,80	R\$ 132,47	434,6294927
SECC LT 138 kV CAMANDUCAIA - CAMBUÍ II, C1, NA SE PONTE NOVA (Nova)						25091,89	10761,48153	2228,848188	1704,649134
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (DRAKE), 25 km		2035	25	0,6	1157,383333	17360,75	R\$ 7.445,73	R\$ 1.542,11	1179,424406
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4		2035	1	1	6985,46	6985,46	R\$ 2.995,94	R\$ 620,50	474,5660188
MIM - 138 kV		2035	1	1	745,68	745,68	R\$ 319,81	R\$ 66,24	50,6587095

Tabela 15-7 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 3 – Secc LT Poços de Caldas – Atibaia II.

Descrição	Terminal	Ano	Qtde.	Fator	Custo da Alternativa (R\$ x 1000)			
					Custo Unitário (sem fator)	Custo Total	VP	Parcela Anual
						368.765,27	227.334,01	32.756,47
								101.862,62
SE 345/138 kV PONTE NOVA (Nova)						193363,06	121851,5274	17175,94433
1° e 2° TF 345/138 kV, (6+1R) x 133 MVA 1Φ		2030	7	1	14477,85	101344,95	R\$ 63.864,51	R\$ 9.002,21
CT (Conexão de Transformador) 345 kV, Arranjo DJM		2030	2	1	11438,66	22877,32	R\$ 14.416,59	R\$ 2.032,13
EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo DJM			2					6667,219624
IB (Interligação de Barras) 345 kV, Arranjo DJM		2030	2	1	11059,86	22119,72	R\$ 13.939,18	R\$ 1.964,84
CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BD4		2030	2	1	6548,17	13096,34	R\$ 8.252,92	R\$ 1.163,31
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4			5					3816,713455
IB (Interligação de Barras) 138 kV, Arranjo BD4		2030	1	1	5151,19	5151,19	R\$ 3.246,12	R\$ 457,57
MIM - 345 kV		2030	1	1	6099,5	6099,5	R\$ 3.843,72	R\$ 541,80
MIM - 138 kV		2030	1	1	2132,26	2132,26	R\$ 1.343,69	R\$ 189,40
MIG (Terreno Rural)		2030	1	1	20541,78	20541,78	R\$ 12.944,81	R\$ 1.824,67
								5986,564804
SECC LT 345 kV POÇOS DE CALDAS - ATIBAIA II, C1, NA SE PONTE NOVA (Nova)						100867,54	63563,66005	8959,80469
Circuito Duplo 345 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 31 km		2030	31	1	2611,3	80950,3	R\$ 51.012,42	R\$ 7.190,61
EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo DJM		2030	2	1	9958,62	19917,24	R\$ 12.551,24	R\$ 1.769,20
								5804,552867
SECC LT 138 kV EXTREMA - EXTREMA II, C1, NA SE PONTE NOVA (Nova)						20091,83	12661,26101	1784,705691
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (DRAKE), 4 km		2030	4	1	1157,39	4629,56	R\$ 2.917,41	R\$ 411,23
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4		2030	2	1	6985,46	13970,92	R\$ 8.804,05	R\$ 1.241,00
MIM - 138 kV		2030	1	1	1491,35	1491,35	R\$ 939,80	R\$ 132,47
								434,6294927
SECC LT 138 kV FRUM - REXAM, C1, NA SE PONTE NOVA (Nova)						29350,95	18496,07721	2607,169556
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (DRAKE), 12 km		2030	12	1	1157,39	13888,68	R\$ 8.752,22	R\$ 1.233,70
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4		2030	2	1	6985,46	13970,92	R\$ 8.804,05	R\$ 1.241,00
MIM - 138 kV		2030	1	1	1491,35	1491,35	R\$ 939,80	R\$ 132,47
								434,6294927
SECC LT 138 kV CAMANDUCAIA - CAMBUÍ II, C1, NA SE PONTE NOVA (Nova)						25091,89	10761,48153	2228,848188
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (DRAKE), 25 km		2035	25	0,6	1157,383333	17360,75	R\$ 7.445,73	R\$ 1.542,11
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4		2035	1	1	6985,46	6985,46	R\$ 2.995,94	R\$ 620,50
MIM - 138 kV		2035	1	1	745,68	745,68	R\$ 319,81	R\$ 66,24
								50,6587095

Tabela 15-8 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 4 – Distribuição 138 kV.

						Custo da Alternativa (R\$ x 1000)				
Descrição	Terminal	Ano	Qtde.	Fator						
					Custo Unitário (sem fator)	Custo Total	VP	Parcela Anual	RN	
						342.110,94	210.537,26	30.388,84	94.094,65	
SE 138 kV PONTE NOVA (Nova)						17299,83	10901,82742	1536,699497	5041,751659	
IB (Interligação de Barras) 138 kV, Arranjo BPT		2030	1	1	5151,19	5151,19	R\$ 3.246,12	R\$ 457,57	1501,229823	
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT										
MIM - 138 kV		2030	1	1	710,75	710,75	R\$ 447,89	R\$ 63,13	207,136428	
MIG (Terreno Rural)		2030	1	1	11437,89	11437,89	R\$ 7.207,81	R\$ 1.016,00	3333,385408	
SECC LT 138 kV EXTREMA - EXTREMA II, C1, NA SE PONTE NOVA (Nova)						20091,83	12661,26101	1784,705691	5855,434258	
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (DRAKE), 4 km		2030	4	1	1157,39	4629,56	R\$ 2.917,41	R\$ 411,23	1349,209317	
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4		2030	2	1	6985,46	13970,92	R\$ 8.804,05	R\$ 1.241,00	4071,595449	
MIM - 138 kV		2030	1	1	1491,35	1491,35	R\$ 939,80	R\$ 132,47	434,6294927	
SECC LT 138 kV FRUM - REXAM, C1, NA SE PONTE NOVA (Nova)						29350,95	18496,07721	2607,169556	8553,852891	
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (DRAKE), 12 km		2030	12	1	1157,39	13888,68	R\$ 8.752,22	R\$ 1.233,70	4047,62795	
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4		2030	2	1	6985,46	13970,92	R\$ 8.804,05	R\$ 1.241,00	4071,595449	
MIM - 138 kV		2030	1	1	1491,35	1491,35	R\$ 939,80	R\$ 132,47	434,6294927	
SECC LT 138 kV CAMANDUCAIA - CAMBUÍ II, C1, NA SE PONTE NOVA (Nova)						25091,89	10761,48153	2228,848188	1704,649134	
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (DRAKE), 25 km		2035	25	0,6	1157,383333	17360,75	R\$ 7.445,73	R\$ 1.542,11	1179,424406	
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4		2035	1	1	6985,46	6985,46	R\$ 2.995,94	R\$ 620,50	474,5660188	
MIM - 138 kV		2035	1	1	745,68	745,68	R\$ 319,81	R\$ 66,24	50,6587095	
LT 138 kV ATIBAIA II - PONTE NOVA, C1 e C2 (CD) (Nova)						79200,37	49909,66761	7035,16559	23081,6486	
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (DRAKE), 40 km		2030	40	1	1157,39	46295,6	R\$ 29.174,08	R\$ 4.112,32	13492,09317	
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT	Atibaia II	2030	2	1	6749,92	13499,84	R\$ 8.507,19	R\$ 1.199,16	3934,306911	
MIM - 138 kV	Atibaia II	2030	1	1	1491,35	1491,35	R\$ 939,80	R\$ 132,47	434,6294927	
MIG-A	Atibaia II	2030	1	1	2922,39	2922,39	R\$ 1.841,60	R\$ 259,59	851,6826253	
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT	Ponte Nova	2030	2	1	6749,92	13499,84	R\$ 8.507,19	R\$ 1.199,16	3934,306911	
MIM - 138 kV	Ponte Nova	2030	1	1	1491,35	1491,35	R\$ 939,80	R\$ 132,47	434,6294927	
LT 138 kV ATIBAIA II - PONTE NOVA, C3 e C4 (CD) (Nova)						79200,37	49909,66761	7035,16559	23081,6486	
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (DRAKE), 40 km		2030	40	1	1157,39	46295,6	R\$ 29.174,08	R\$ 4.112,32	13492,09317	
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT	Atibaia II	2030	2	1	6749,92	13499,84	R\$ 8.507,19	R\$ 1.199,16	3934,306911	
MIM - 138 kV	Atibaia II	2030	1	1	1491,35	1491,35	R\$ 939,80	R\$ 132,47	434,6294927	
MIG-A	Atibaia II	2030	1	1	2922,39	2922,39	R\$ 1.841,60	R\$ 259,59	851,6826253	
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT	Ponte Nova	2030	2	1	6749,92	13499,84	R\$ 8.507,19	R\$ 1.199,16	3934,306911	
MIM - 138 kV	Ponte Nova	2030	1	1	1491,35	1491,35	R\$ 939,80	R\$ 132,47	434,6294927	
SE 345/138 kV ATIBAIA II (Ampliação/Adequação)						73828,68	46524,59173	6558,012155	21516,15767	
2° ATF 345/138 kV, 3 x 133 MVA 1Φ		2030	3	1	11262,78	33788,34	R\$ 21.292,39	R\$ 3.001,33	9847,057414	
CT (Conexão de Transformador) 345 kV, Arranjo DJM		2030	1	1	11679,99	11679,99	R\$ 7.360,37	R\$ 1.037,50	3403,941482	
CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BD4		2030	1	1	6709,9	6709,9	R\$ 4.228,38	R\$ 596,02	1955,490283	
MIM - 138 kV		2030	1	1	745,68	745,68	R\$ 469,90	R\$ 66,24	217,3162035	
MIG (Terreno Rural)		2030	1	1	20904,77	20904,77	R\$ 13.173,55	R\$ 1.856,92	6092,352285	
SE 138 kV CAMANDUCAIA (Ampliação/Adequação)						9023,51	5686,34193	801,5352334	2629,753964	
1° Capacitor em Derivação 138 kV, 1 x 15 Mvar 3Φ		2030	1	1	1867,35	1867,35	R\$ 1.176,75	R\$ 165,87	544,2085247	
CCD (Conexão de Capacitor Derivação) 138 kV, Arranjo BPT		2030	1	1	6410,48	6410,48	R\$ 4.039,69	R\$ 569,43	1868,229236	
MIM - 138 kV		2030	1	1	745,68	745,68	R\$ 469,90	R\$ 66,24	217,3162035	
SE 138 kV ITAPEVA (Ampliação/Adequação)						9023,51	5686,34193	801,5352334	2629,753964	
1° Capacitor em Derivação 138 kV, 1 x 15 Mvar 3Φ		2030	1	1	1867,35	1867,35	R\$ 1.176,75	R\$ 165,87	544,2085247	
CCD (Conexão de Capacitor Derivação) 138 kV, Arranjo BPT		2030	1	1	6410,48	6410,48	R\$ 4.039,69	R\$ 569,43	1868,229236	
MIM - 138 kV		2030	1	1	745,68	745,68	R\$ 469,90	R\$ 66,24	217,3162035	

Tabela 15-9 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 5 – Secc LT 500 kV Estreito – Fernão Dias.

Descrição	Terminal	Ano	Qtde.	Fator	Custo da Alternativa (R\$ x 1000)			
					Custo Unitário (sem fator)	Custo Total	VP	Parcela Anual
						507.506,83	314.764,72	45.080,53
								142.296,57
SE 500/138 kV NOVA EXTREMA (Nova)						224600,11	141536,1675	19950,65131
1° e 2° TF 500/138 kV, (6+1R) x 133 MVA 1Φ		2030	7	1	15078,1	105546,7	R\$ 66.512,32	R\$ 9.375,44
CT (Conexão de Transformador) 500 kV, Arranjo DJM		2030	2	1	14201,03	28402,06	R\$ 17.898,12	R\$ 2.522,88
EL (Entrada de Linha) 500 kV, Arranjo DJM			2					
IB (Interligação de Barras) 500 kV, Arranjo DJM		2030	2	1	13649,81	27299,62	R\$ 17.203,39	R\$ 2.424,96
IB (Interligação de Barras) 500 kV, Arranjo DJM			1					
CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BD4		2030	2	1	6548,17	13096,34	R\$ 8.252,92	R\$ 1.163,31
IB (Interligação de Barras) 138 kV, Arranjo BD4		2030	1	1	5151,19	5151,19	R\$ 3.246,12	R\$ 457,57
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4			5					
CRB (Conexão de Reator de Barra) 500 kV, Arranjo DJM		2030	1	1	11155,36	11155,36	R\$ 7.029,77	R\$ 990,90
MIM - 500 kV		2030	1	1	8210,26	8210,26	R\$ 5.173,86	R\$ 729,30
MIM - 138 kV		2030	1	1	2132,26	2132,26	R\$ 1.343,69	R\$ 189,40
MIG (Terreno Rural)		2030	1	1	23606,32	23606,32	R\$ 14.875,99	R\$ 2.096,89
SECC LT 500 kV ESTREITO - FERNÃO DIAS, C1, NA SE NOVA EXTREMA (Nova)						208372,05	131309,737	18509,15439
Circuito Duplo 500 kV, 4 x 954 MCM (RAIL), 33 km		2030	33	1	4200,22	138607,26	R\$ 87.346,09	R\$ 12.312,13
IB (Interligação de Barras) 500 kV, Arranjo DJM		2030	1	1	13649,81	13649,81	R\$ 8.601,70	R\$ 1.212,48
EL (Entrada de Linha) 500 kV, Arranjo DJM		2030	2	1	12477,72	24955,44	R\$ 15.726,16	R\$ 2.216,73
Reator de Linha Fixo 500 kV, (3+1R) x 60 Mvar 1Φ		2030	4	1	5899,71	23598,84	R\$ 14.871,27	R\$ 2.096,22
CRL (Conexão de Reator de Linha Fixo) 500 kV, Arranjo DJM		2030	1	1	3455,57	3455,57	R\$ 2.177,60	R\$ 306,95
MIM - 500 kV		2030	1	1	4105,13	4105,13	R\$ 2.586,93	R\$ 364,65
SECC LT 138 kV EXTREMA - EXTREMA II, C1, NA SE NOVA EXTREMA (Nova)						20091,83	12661,26101	1784,705691
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (DRAKE), 4 km		2030	4	1	1157,39	4629,56	R\$ 2.917,41	R\$ 411,23
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4		2030	2	1	6985,46	13970,92	R\$ 8.804,05	R\$ 1.241,00
MIM - 138 kV		2030	1	1	1491,35	1491,35	R\$ 939,80	R\$ 132,47
SECC LT 138 kV FRUM - REXAM, C1, NA SE NOVA EXTREMA (Nova)						29350,95	18496,07721	2607,169556
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (DRAKE), 12 km		2030	12	1	1157,39	13888,68	R\$ 8.752,22	R\$ 1.233,70
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4		2030	2	1	6985,46	13970,92	R\$ 8.804,05	R\$ 1.241,00
MIM - 138 kV		2030	1	1	1491,35	1491,35	R\$ 939,80	R\$ 132,47
SECC LT 138 kV CAMANDUCAIA - CAMBUÍ II, C1, NA SE NOVA EXTREMA (Nova)						25091,89	10761,48153	2228,848188
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (DRAKE), 25 km		2035	25	0,6	1157,383333	17360,75	R\$ 7.445,73	R\$ 1.542,11
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4		2035	1	1	6985,46	6985,46	R\$ 2.995,94	R\$ 620,50
MIM - 138 kV		2035	1	1	745,68	745,68	R\$ 319,81	R\$ 66,24

15.5 Caracterização da nova subestação

A tabela abaixo apresenta o quantitativo de obras vislumbrado para a SE Nova Extrema, dentro e fora do horizonte do ano 2038. Em seguida, é apresentado esquema preliminar para a arquitetura dessa subestação.

Tabela 15-10 – Previsão de expansão da nova subestação

Expansões na subestação (informações acumulativas)			
Subestação	Configuração inicial - 2030 (a ser licitada)	Dentro do horizonte 2038	Após horizonte 2038 (porte final)
SE 500/138kV Nova Extrema (área prevista de 124.950 m ² ; DJ 500kV: > 20 kA; DJ 138kV: > 20 kA)	3x IBs 500 kV 2x ELs 500 kV 1x CRL 500 kV 1x CRB 500 kV 2x TRs 500/138kV 2x CTs 500 kV 2x CTs 138 kV 1x IB 138 kV 4x ELs 138 kV	1x EL 138 kV	2x IBs 500 kV 3x ELs 500 kV 2x TRs 500/138kV 2x CTs 500 kV 2x CTs 138 kV 3x ELs 138 kV

15.6 Análise Socioambiental

As avaliações socioambientais preliminares referentes às novas instalações de Rede Básica e Rede Básica de Fronteira recomendadas neste estudo foram objeto da Nota Técnica DEA-SMA 008/2024 “Análise socioambiental do Atendimento à Regional Leste da Energisa Sul-Sudeste”, que é parte integrante deste relatório R1.

RELATÓRIO R1

ESTUDOS PARA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

Análise Socioambiental

Atendimento à Regional Leste da
Energisa Sul-Sudeste

OUTUBRO DE 2024

■ Colaboradores

RELATÓRIO R1

EPE-DEA-SMA-NT-008/2024-REV0

Coordenação Geral

Thiago Ivanoski Teixeira

Coordenação Executiva

Elisângela Medeiros de Almeida

Coordenação Técnica

Paula Cunha Coutinho de Andrade

Equipe Técnica

Daniel Filipe Silva

Luciana Álvares da Silva

Thiago Galvão

A EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE TEM POR FINALIDADE PRESTAR SERVIÇOS AO MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME) ELABORANDO ESTUDOS E PESQUISAS DESTINADAS A SUBSIDIAR O PLANEJAMENTO DO SETOR ENERGÉTICO, INCLUINDO ENERGIA ELÉTRICA, PETRÓLEO E GÁS NATURAL E SEUS DERIVADOS E BIOCOMBUSTÍVEIS.

ESTA NOTA TÉCNICA FAZ PARTE DOS ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS DO PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO, QUE TÊM COMO OBJETIVO GARANTIR O CRESCIMENTO SUSTENTÁVEL DA INFRAESTRUTURA DE REDE BÁSICA, PROPONDO SOLUÇÕES QUE BUSQUEM MINIMIZAR OS IMPACTOS SOBRE O MEIO AMBIENTE E POPULAÇÕES SITUADAS NAS REGIÕES DE IMPLANTAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS RECOMENDADOS. AUXILIAM AINDA NA PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS DE EXPANSÃO QUE CONTRIBUAM PARA O AUMENTO DA RESILIÊNCIA DO SETOR ELÉTRICO EM RESPOSTA AOS EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS, TAIS COMO A MAIOR FREQUÊNCIA DE EVENTOS EXTREMOS. COM ISSO, BUSCA-SE FORTALECER A GOVERNANÇA E TRANSPARÊNCIA, AUMENTANDO A ACEITAÇÃO PÚBLICA E A EFICIÊNCIA NA IMPLEMENTAÇÃO DOS PROJETOS.

**MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA**



Ministro de Estado
Alexandre Silveira de Oliveira

Secretário-Executivo

Arthur Cerqueira Valerio

Secretário Nacional de Transição Energética e Planejamento
Thiago Vasconcellos Barral Ferreira



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 do Petróleo, Gás e
Biocombustíveis**

Heloisa Borges Bastos Esteves

Diretor de Gestão Corporativa

Thiago Guilherme Ferreira Prado
(interino)

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

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO E REVISÕES

<i>EXECUÇÃO</i> 		
<i>PROJETO</i> ESTUDOS PARA A EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO		
<i>ÁREA DE ESTUDO</i> ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL		
<i>NOTA TÉCNICA</i> NT EPE-DEA-SMA 008/2024		
<i>PRODUTO</i> ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DO R1 DE ATENDIMENTO À REGIONAL LESTE DA ENERGISA SUL-SUDESTE		
<i>REVISÕES</i>	<i>DATA</i>	<i>DESCRIÇÃO SUCINTA</i>
Rev0	15/10/2024	Emissão Original

■ Sumário

SIGLÁRIO	7
1. INTRODUÇÃO	8
2. PROCEDIMENTOS	10
2.1 Área referencial para a subestação e corredor para o seccionamento.....	10
2.2 Base de dados utilizada.....	11
3. CARACTERIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL	12
3.1 SE Nova Extrema	12
3.2 Seccionamento LT 500 kV Fernão Dias – Estreito na SE Nova Extrema	19
4. REFERÊNCIAS	30
5. APÊNDICE	33

■ Lista de Figuras

<i>Figura 1 – Localização esquemática dos empreendimentos planejados</i>	9
<i>Figura 2 – Destaque para serras e rio Jaguari</i>	14
<i>Figura 3 - Aspectos fundiários na área referencial para SE Nova Extrema</i>	16
<i>Figura 4 - Aspectos socioambientais na área referencial para SE Nova Extrema</i>	17
<i>Figura 5 – Infraestrutura e localização no corredor do seccionamento da LT 500 kV Fernão Dias – Estreito na SE Nova Extrema</i>	21
<i>Figura 6 - Uso do solo no corredor do seccionamento da LT 500 kV Fernão Dias – Estreito na SE Nova Extrema</i>	23
<i>Figura 7 - Ilustração do relevo de Morros e Serras Baixas no corredor do seccionamento. Coordenadas aproximadas da imagem: 22°50'28"S e 46°35'56"O (visada para o sentido norte). Fonte: Google StreetView.</i>	24
<i>Figura 8 - Meio físico no corredor do seccionamento da LT 500 kV Fernão Dias – Estreito na SE Nova Extrema</i>	25
<i>Figura 9 - Processos minerários no corredor do seccionamento da LT 500 kV Fernão Dias – Estreito na SE Nova Extrema</i>	26
<i>Figura 10 - Áreas protegidas e com restrições legais no corredor do seccionamento da LT 500 kV Fernão Dias – Estreito na SE Nova Extrema</i>	28

■ Lista de Tabelas

<i>Tabela 1 – Empreendimentos planejados</i>	8
<i>Tabela 2 - Municípios atravessados pelo corredor da seccionamento</i>	20
<i>Tabela 3 - Coordenadas indicadas do SE Nova Extrema e do ponto sugerido para o seccionamento.</i>	20
<i>Tabela 4 - Linhas de transmissão no corredor do seccionamento</i>	20

SIGLÁRIO

Anac	Agência Nacional de Aviação Civil
Aneel	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANM	Agência Nacional de Mineração
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
Cecav	Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
C1	1º circuito
C2	2º circuito
CD	Circuito Duplo
Eletrobras	Centrais Elétricas Brasileiras
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
Funai	Fundação Nacional do Índio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Iphan	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
Incra	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
Inpe	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LT	Linha de Transmissão
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
OSM	Open Street Map
PA	Projeto de Assentamento Rural
R1	Viabilidade técnico-econômica e socioambiental
R3	Definição da diretriz de traçado e análise socioambiental para linhas de transmissão e subestações
R5	Estimativa de Custos Fundiários
SE	Subestação de Energia
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SIGEL	Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico
SMA	Superintendência de Meio Ambiente
STE	Superintendência de Transmissão de Energia Elétrica

1. INTRODUÇÃO

A presente nota técnica (NT) apresenta a análise socioambiental da solução de transmissão indicada nos estudos de planejamento realizados pela Superintendência de Transmissão de Energia (STE) da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) para Atendimento à Regional Leste da Energisa Sul-Sudeste, na região da divisa entre os Estado de Minas Gerais e São Paulo.

A regional leste é atendida em duas pontas pelo sistema de 138 kV da ISA Cteep, no lado paulista, e pelo sistema de 138 kV da Cemig, no lado mineiro, operando de forma radial. Com o crescimento da carga além da subtensão, existe previsão de sobrecarga nas linhas que fazem a conexão com os sistemas da ISA Cteep e da Cemig, conforme detalhado no Relatório EPE-DEE-RE-082/2024-rev0. Para solucionar os problemas elétricos foram planejados a subestação SE Nova Extrema e o seccionamento da LT 500 kV Fernão Dias – Estreito C1 na SE Nova Extrema (no circuito mais próximo à SE, sem a necessidade de travessia por sobre o outro).

A depender da localização final da SE Nova Extrema, que poderá ser instalada no Estado de Minas Gerais ou São Paulo, o seccionamento poderá ser interestadual. Entretanto, mesmo que se localize em território mineiro, o seccionamento será implantado, em quase sua totalidade, no estado de São Paulo. Os empreendimentos mencionados localizam-se no bioma da Mata Atlântica. A região apresenta relevo ondulado, com muitos fragmentos de vegetação preservada em meio a várias pequenas propriedades.

A Tabela 1 e a Tabela 2 apresentam as características da SE planejada e do seccionamento, enquanto a Figura 1 apresenta a localização dos empreendimentos e características gerais da região.

Tabela 1 – Subestação planejada

Subestação planejada	Tensão (kV)	Município	UF
Nova Extrema	138/500	Extrema (MG) ou Vargem (SP)	MG ou SP

Tabela 2 – Linha de Transmissão planejada

Linha de Transmissão	Tensão (kV)	Nº de circuitos	Extensão (km)
Seccionamento da LT 500 kV Fernão Dias – Estreito na SE Nova Extrema	500	2 (circuito duplo)	25,5

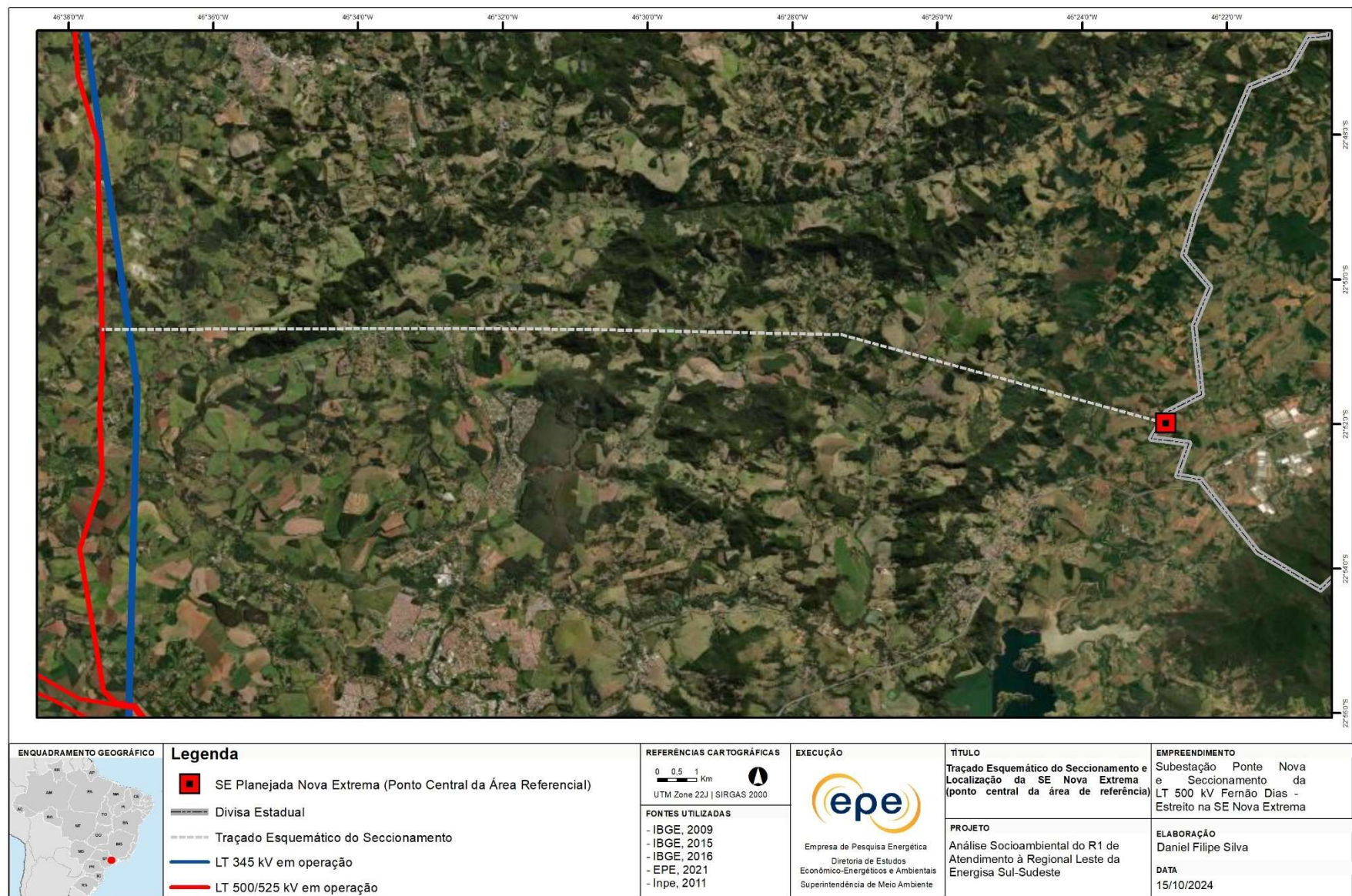


Figura 1 – Localização esquemática dos empreendimentos planejados

2. PROCEDIMENTOS

No relatório R1, as análises socioambientais têm caráter preliminar e focam na região de ocorrência dos empreendimentos para a **definição de corredores de estudo** para linhas de transmissão e áreas referenciais para subestações.

Por meio de **ferramentas de Sistema de Informações Geográficas (SIG)** e com o auxílio de **imagens de satélite** e **bases cartográficas** dos temas mais relevantes do ponto de vista socioambiental, foram avaliadas as regiões promissoras para o delineamento do corredor do seccionamento e da área referencial para localização da subestação, considerando as premissas indicadas nos estudos elétricos.

Importante destacar que, após análise da equipe técnica da EPE, optou-se pela indicação da necessidade de elaboração dos **Relatórios R3 e R5** para todos os empreendimentos recomendados neste R1.

2.1 Área referencial para a subestação e corredor para o seccionamento

A área referencial para a subestação e o corredor para o seccionamento foram delineados a partir da metodologia de Análise de Convergência, no sentido de possibilitar alternativas factíveis e menos impactantes de traçado para a LT e a subestação planejada. Tal corredor deverá ser estudado com maior nível de detalhamento durante a elaboração do relatório R3, visando a definição da diretriz da Linha de Transmissão.

A Análise de Convergência baseia-se na análise individual de três ou mais analistas que, de forma independente, elaboram suas proposições de traçado ou de localização de subestação. Posteriormente, as propostas locacionais e respectivos critérios de definição são confrontados e discutidos com vistas à redução de subjetividades, de modo a se convergir para resultados com maior ganho de efetividade na definição de traçados preliminares para comparação de alternativas elétricas, bem como para definição de corredores e áreas referenciais de subestações no âmbito do Relatório R1.

A caracterização socioambiental da área referencial e do corredor apresentada nesta nota técnica contempla os aspectos determinantes para a sua delimitação, a localização das áreas de sensibilidade socioambiental e/ou restritivas para a implantação dos empreendimentos e mapas de temas relevantes. Ao final, são apresentadas as recomendações para a definição do traçado da LT e do terreno da subestação quando da elaboração do relatório R3.

2.2 Base de dados utilizada

Para a elaboração da análise socioambiental foram consultadas e/ou utilizadas informações das seguintes bases de dados:

- Aeródromos Públicos e Privados (Anac, 2024)
- Base Cartográfica Integrada do Brasil ao Milionésimo Digital, incluindo hidrografia, divisão territorial, áreas militares e sistema viário (IBGE, 2009)
- Base Map (ESRI, 2024)
- Cavidades Naturais Subterrâneas (ICMBio/Cecav/Canie, 2024)
- Declividade em Percentual do Relevo Brasileiro (CPRM, 2010)
- Curso d'água Detalhado (IBGE, 2017)
- Curso d'água (OSM, 2021b)
- Gasodutos (EPE, 2018)
- Ferrovias (OSM, 2021d)
- Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil (Embrapa, 2017)
- Limites Municipais e Estaduais Brasileiros (IBGE, 2021)
- Linhas de transmissão e subestações existentes e planejadas (EPE, 2024)
- Mapa da Área de Aplicação da Lei da Mata Atlântica (IBGE, 2008)
- Mapa de divisão regional do Brasil em regiões Intermediárias e Imediatas (IBGE, 2017)
- Mapeamento do uso do solo do território brasileiro (MapBiomas, 2023)
- Massa d'água (OSM, 2021a)
- Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil (Cecav, 2012)
- Processos Minerários (ANM, 2024)
- Projetos de Assentamento (Incra, 2024a)
- Rede Viária (OSM, 2021c)
- Relevo sombreado (Inpe, 2011)
- Sítios arqueológicos georreferenciados (Iphan, 2024a)
- Terras Indígenas (Funai, 2024)
- Terreno Sujeito à Inundação (IBGE, 2009)
- Territórios Quilombolas (Incra, 2024b)
- Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais (MMA, 2024; Eletrobras, 2019)
- Unidades de Geração Elétrica (Aneel/SIGA, 2024)

3. CARACTERIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL

Os subitens seguintes apresentam a caracterização socioambiental da área referencial e do corredor indicado para os empreendimentos recomendados no relatório R1.

3.1 SE Nova Extrema

A SE Nova Extrema, de **tensão 138/500 kV**, está planejada para ser implantada no ano de 2030, com o objetivo de evitar sobrecargas nas linhas de distribuição da ISA Cteep e Cemig. Os estudos elétricos realizados pela STE/EPE recomendaram a construção da subestação Nova Extrema para que a região seja satisfatoriamente atendida até o final do horizonte analisado.

Com base na seleção de alternativas locais mediante trabalho de escritório, foi identificada uma região com maior potencial de implantação da SE. Assim, sugere-se avaliar *in loco*, quando da elaboração do Relatório R3, uma área circular com **raio de 5 quilômetros** no entorno do ponto de coordenadas 22°51'59.20"S e 46°22'51.18"O. Importante frisar que essas coordenadas representam apenas o ponto central da área em estudo (área circular assinalada na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), não devendo ser confundida como sugestão de terreno para alocação da subestação.

Para a indicação da área referencial para a SE Nova Extrema, foi determinante a possibilidade de escolha de terrenos com distanciamento e/ou minimização de impactos sobre os seguintes aspectos: **área urbana de Extrema/MG e Vargem/SP**; e **fragmentos de vegetação nativa** associados a Áreas de Preservação Permanente com tipologia de formação florestal; **reservatórios de abastecimento público** e área com **declividade mais acentuada**. Embora a região apresente dificuldades para implantação da SE, a área selecionada contempla aspectos favoráveis à implantação do empreendimento, como proximidade com **rodovia estadual** e **subestação de distribuição**, bem como presença de algumas áreas com terrenos mais apropriados.

O diâmetro da área referencial para a SE tem o **dobro da largura do corredor** proposto para o seccionamento da LT 500 kV Fernão Dias – Estreito. Assim, neste caso, cabe enfatizar que a área referencial da SE pode ser considerada como parte do corredor do seccionamento. Os estudos elétricos realizados pela STE/EPE indicaram uma área de **124.950 m² (255 m x 490 m)** para construção da nova subestação.

Infraestrutura e localização

A área referencial para a SE se localiza na região da divisa dos estados de São Paulo e Minas Gerais, entre **municípios de Vargem/SP e Extrema/MG (Erro! Fonte de referência não encontrada.)**.

O **acesso rodoviário à região** ocorre principalmente por meio da **rodovia federal Fernão Dias (BR-381)** e da **rodovia estadual SP-036**. São observadas estradas vicinais a partir das rodovias citadas e

que, basicamente, atendem as propriedades rurais da região. Esses acessos também poderão ser usados como apoio rodoviário na região. Porém, devido às suas condições de rodagem (muitas não possuem pavimentação asfáltica e são estreitas), podem demandar melhorias para sua utilização, principalmente para passagem de equipamentos de maior porte.

Em consulta à nossa base de dados espaciais, não foram localizados aeródromos, ferrovias, gasodutos, oleodutos ou linhas de transmissão dentro dos limites da área de referência.

Vegetação e uso do solo

A área referencial para a SE está predominantemente sobreposta a uma região com característica de **zona rural**, embora haja alguma sobreposição com as áreas urbanas e de expansão urbana de Vargem/SP e Extrema/MG. Observa-se um claro vetor de crescimento urbano ao longo da Rodovia Fernão Dias. O uso do solo é majoritariamente destinado a **pastagem**, com presença de pequenas propriedades rurais destinadas ao lazer e, minoritariamente, para produção agropecuária.

Nota-se a ocorrência de **fragmentos de vegetação nativa** associados a áreas de maior declividade e altitude, principalmente, nas porções oeste e sudeste da área referencial, bem como ao longo de alguns cursos d'água. O perímetro proposto para a SE se localiza no **bioma da Mata Atlântica**.

Meio físico

Predominam na área referencial para a SE **morros e serras baixas**, bem como **domínios montanhosos** (CPRM, 2010) com declividades variando majoritariamente entre **ondulado** (8 a 20%) a **forte ondulado** (20 a 45%). Os domínios montanhosos oferecem maiores restrições ou mesmo impedimentos para a instalação da SE, levando em conta aspectos topográficos e implantação de acessos. Essas unidades são representadas no setor oeste da zona referencial pela **Serra das Pitangueiras** e, à sudeste, por meio da **Serra do Lopo** (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Na porção central, localizam-se os domínios de **morros e serras baixas**, que apresentam condições menos complexas para a alocação da SE, em princípio. No entanto, é importante frisar que essas áreas se encontram em um contexto de expansão urbana com evidentes sinais de parcelamento do solo, além da presença de vilas, chácaras ou sítios. Essa configuração pode demandar movimentação de terra e adaptação dos pátios da SE à topografia do terreno a ser indicado em fases posteriores.

Com relação a hidrografia, a área referencial é cortada por um importante curso d'água, o rio Jaguari, que contribui para a formação do reservatório de mesmo nome, integrante do Sistema Cantareira, responsável pelo abastecimento público da Região Metropolitana de São Paulo.

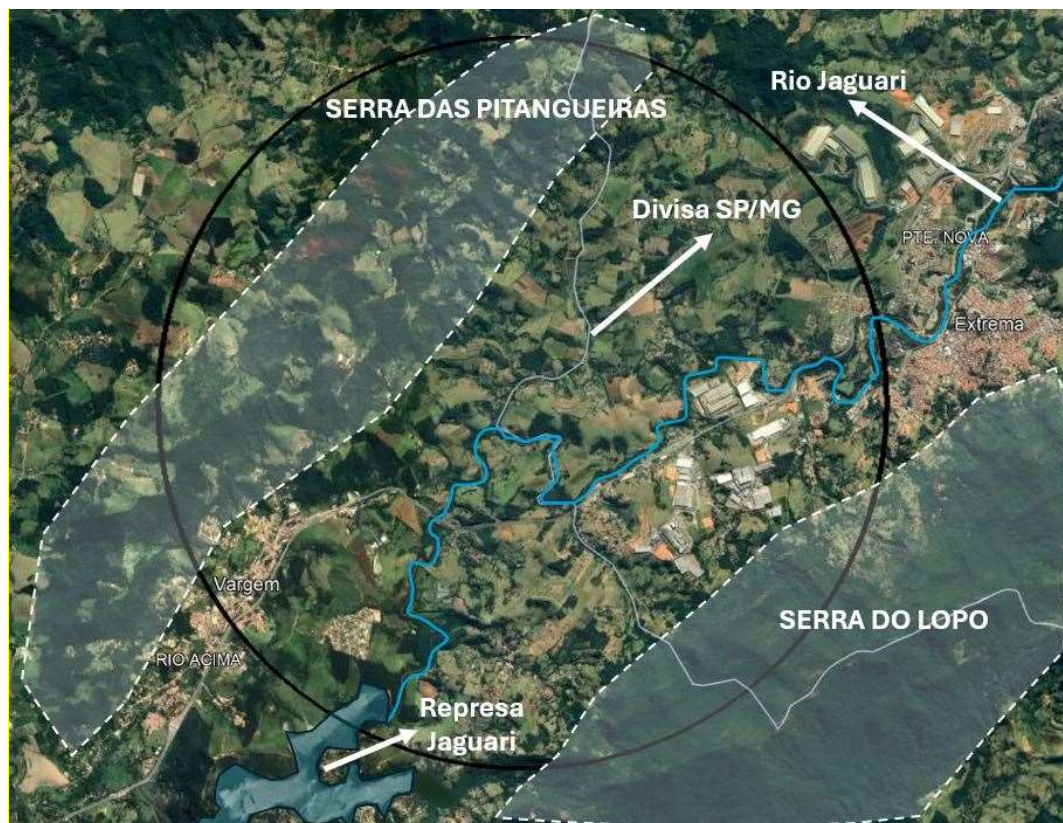


Figura 2 – Destaque para serras e rio Jaguari

Processos minerários

Em relação aos processos minerários, há **12 polígonos** registrados na Agência Nacional de Mineração (ANM) que possuem sobreposição com a área referencial para a SE (Figura 4). Esses blocos exploratórios se encontram em estágio de Autorização de Pesquisa (cinco polígonos), Requerimento de Lavra (dois polígonos), Licenciamento, Requerimento de Pesquisa, Disponibilidade e Apto para Disponibilidade (os quatro últimos com um polígono cada). Os blocos são para exploração de diversas substâncias: **Areia, Argila, Água Mineral, Granito, Minério de Ouro** e uma sem informação. Os polígonos de maior área, que são referentes à Autorização de Pesquisa, situam-se ao longo do curso do rio Jaguari.

Apesar da fase preliminar (autorização para investigação de eventual ocorrência de minério), que poderá subsequentemente dar origem a extração mineral em algum local dentro dos polígonos, destaca-se a presença de substâncias de alto valor agregado.

Áreas protegidas e com restrições legais

Observam-se áreas de **APPs** e de **reserva legal**, conforme dados do Cadastro Ambiental Rural, cuja interferência direta deverá ser evitada a partir da escolha de localização da subestação (CAR, 2024). Toda a extensão da área referencial é ocupada por duas Áreas de Proteção Ambiental (APA): a APA

Fernão Dias, em território mineiro, e a APA Sistema Cantareira, no território paulista (Figura 3 e Figura 4).

Na área referencial, ou mesmo em suas proximidades (considerando os limites conforme definido no Anexo I da Portaria Interministerial nº 60, de 24/03/2015), não foi observada a presença de terras indígenas ou territórios quilombolas.

Da mesma forma, não foram identificados projetos de assentamento rural ou cavernas mapeadas (área com baixo grau de potencialidade de ocorrência de cavernas) pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (Cecav). Mediante consulta realizada no Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos, acessado por meio do *site* do Iphan, não constam sítios georreferenciados dentro da área referencial. Informa-se que o referido *site* ainda dispõe de um sistema de busca de sítios arqueológicos por município (<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1699>), sem representação cartográfica, e que, após consulta realizada, foram identificados dois sítios arqueológicos, um localizado no município de Vargem/SP e outro em Extrema/MG.

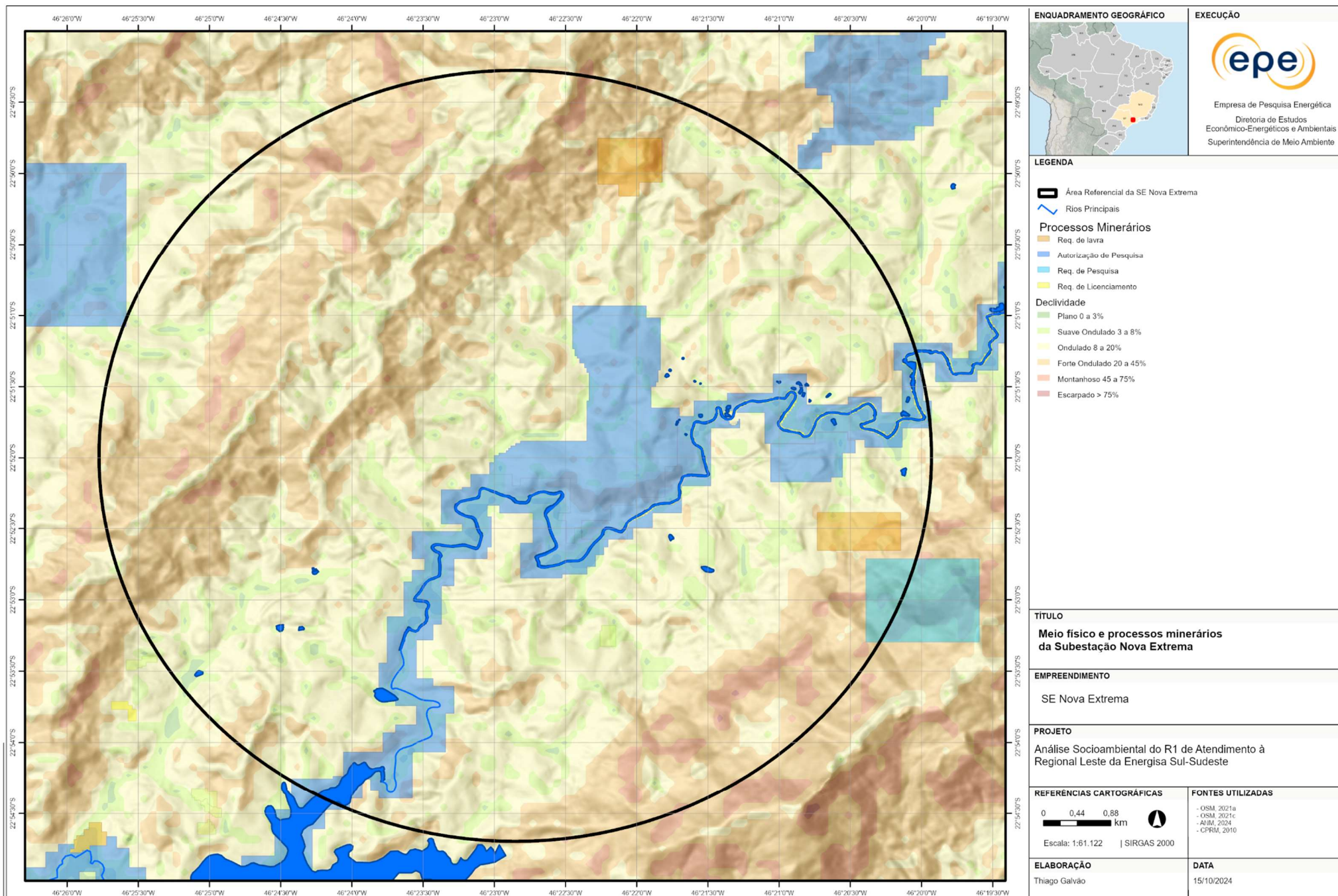


Figura 4 - Aspectos socioambientais na área referencial para SE Nova Extrema

Recomendações para o Relatório R3

Deverão ser estudados criteriosamente, durante a elaboração do Relatório R3 deste empreendimento, as opções de localização da SE, escolhendo-se a(s) alternativa(s) de terreno mais viável(is) do ponto de vista socioambiental, fundiário e construtivo. A seguir, são apresentadas as principais recomendações para indicação de local de implantação da SE Nova Extrema:

- Considerar as dimensões para a alocação da SE Nova Extrema, estimadas em uma área mínima de 124.950 m² (255 m x 490 m).
- Considerar o arranjo elétrico preliminar da SE Nova Extrema contido nas análises elétricas do Relatório R1 da subestação de forma a otimizar o traçado do seccionamento planejado e para linhas futuras.
- Monitorar o estágio dos processos minerários abrangidos pela área referencial e evitar sobreposição no caso de eventual avanço significativo em algum desses polígonos, quando situarem na mesma área escolhida para a subestação.
- Estudar de forma criteriosa a seleção do terreno da SE planejada no tocante aos aspectos topográficos da região, evitando os domínios montanhosos, bem como áreas com fortes declividades.
- Evitar interferência com a vegetação nativa, principalmente as Áreas de Preservação Permanentes e áreas destinadas às Reservas Legais das propriedades rurais, priorizando áreas antropizadas (Consultar base do Cadastro Ambiental Rural).
- Evitar proximidade, se possível, com as áreas urbanas de Vargem/SP e Extrema/MG, incluindo na análise áreas de futura expansão das cidades.
- Priorizar, se possível, a escolha de terrenos que incidam sobre um menor número de proprietários.
- Quando possível, buscar proximidade com as rodovias Fernão Dias e SP-036, ou o apoio rodoviário existente, de modo a facilitar a implantação e operação da SE Nova Extrema, ou minimizar as obras de ampliação ou abertura de novas vias de acesso.
- Consultar Planos Diretores de Extrema e Vargem, se houver, para buscar informações e possíveis restrições que possam afetar a implantação da SE Nova Extrema.
- Buscar informações sobre localização exata dos sítios arqueológicos sem representação cartográfica e informar caso estejam dentro da área referencial.

3.2 Seccionamento LT 500 kV Fernão Dias – Estreito na SE Nova Extrema

O seccionamento da LT 500 kV Fernão Dias – Estreito na SE Nova Extrema é uma obra com data de necessidade para o ano de 2030. Tal LT, composta por Circuito 1 e Circuito 2, será seccionada em apenas um de seus circuitos, aquele que se localiza mais próximo à SE Nova Extrema. Assim, não será necessária a travessia do outro circuito não seccionado.

Caracterização do corredor selecionado

O corredor proposto para seccionamento da LT 500 kV Fernão Dias – Estreito na SE Nova Extrema foi elaborado com **5 km de largura** e seu **eixo** possui aproximadamente **25,5 km de extensão**, com faixa de servidão referencial de **70 m**. Caso o traçado da diretriz seja indicado fora do corredor, deverá constar no Relatório R3 justificativa fundamentada para tal. É importante destacar que o traçado final, presumivelmente, terá extensão maior que o eixo do corredor.

Os principais norteadores para o delineamento do corredor foram: minimizar a **interferência no Reservatório Jaguari, cavas de mineração, áreas de expansão urbana e grandes fragmentos de vegetação nativa**. Tais aspectos poderiam ocasionar áreas de confinamento para caso o traçado seguisse por outro sentido, como o sul, por exemplo.

A partir da SE Nova Extrema, o corredor segue no sentido oeste, sem grandes declinações, rumo ao ponto de seccionamento da LT 500 kV Fernão Dias – Estreito. No trecho inicial, o corredor abrange a área de divisa entre os estados de Minas Gerais e São Paulo, interferindo na região de expansão urbana dos municípios de Extrema/MG e Vargem/SP, como destacado anteriormente na descrição da área referencial para a SE Nova Extrema.

Infraestrutura e localização

Cerca de 95% da área do corredor se localiza-se no território do estado de São Paulo, onde percorre os seguintes municípios: Vargem, Bragança Paulista, Pinhalzinho e, em menor grau, Pedra Bela e Tuiuti. No território mineiro, em seu extremo sul, o único município interceptado pelo corredor é o de Extrema (Tabela 3). É importante mencionar que, a depender do ponto onde for implantada a SE Nova Extrema, todo o traçado do seccionamento poderá se localizar em território paulista. O corredor engloba algumas áreas de expansão urbana dos municípios de Extrema, Vargem e Bragança Paulista.

As coordenadas do **ponto central da área referencial** para a implantação da SE Nova Extrema e o **ponto sugerido** para o seccionamento da LT 500 kV Fernão Dias – Estreito são apresentados na Tabela 4 a seguir.

Tabela 3 - Municípios atravessados pelo corredor da seccionamento

UF	Região Geográfica		Município
	Intermediária	Imediata	
MG	Pouso Alegre	Pouso Alegre	Extrema
SP	Campinas	Bragança Paulista	Vargem
			Bragança Paulista
			Pinhalzinho
			Pedra Bela
			Tuiuti

Tabela 4 - Coordenadas indicadas do SE Nova Extrema e do ponto sugerido para o seccionamento.

Subestação	Status	Coordenadas		Município	Estado
		Latitude	Longitude		
SE Nova Extrema	Planejado	22°51'59.20" S	46°22'51.18" O	Extrema	MG
Ponto de seccionamento	Planejado	22°50'41.50" S	46°37'32.85" O	Bragança Paulista	SP

A região possui **bom apoio viário**, com presença de rodovias federais (Fernão Dias e BR-146) e estaduais (SP-095, SP-036, dentre outras), estradas vicinais municipais e vias secundárias, que podem favorecer o acesso durante o processo construtivo da linha planejada (Figura 5).

O corredor abrange **três LTs em operação** ao longo de sua extensão (Tabela 5). Não há outras LTs planejadas e tampouco outras SEs existentes ou planejadas.

Tabela 5 - Linhas de transmissão no corredor do seccionamento

Status	Nome
Em operação	LT 345 kV Atibaia II – Poços de Caldas, C1
	LT 345 kV Guarulhos – Poços de Caldas, C1 e C2
	LT 500kV Fernão Dias – Estreito, C1 e C2 (a que será seccionada)

De acordo com a base de dados consultada, **não há empreendimentos de geração de energia de qualquer natureza (existentes ou planejados), aeródromos, ferrovias (existente ou planejada), gasodutos ou oleodutos** no interior do corredor. No entanto, na área de expansão urbana do município de Bragança Paulista, encontra-se um trecho da **rede de distribuição de gás** da COMGÁS.

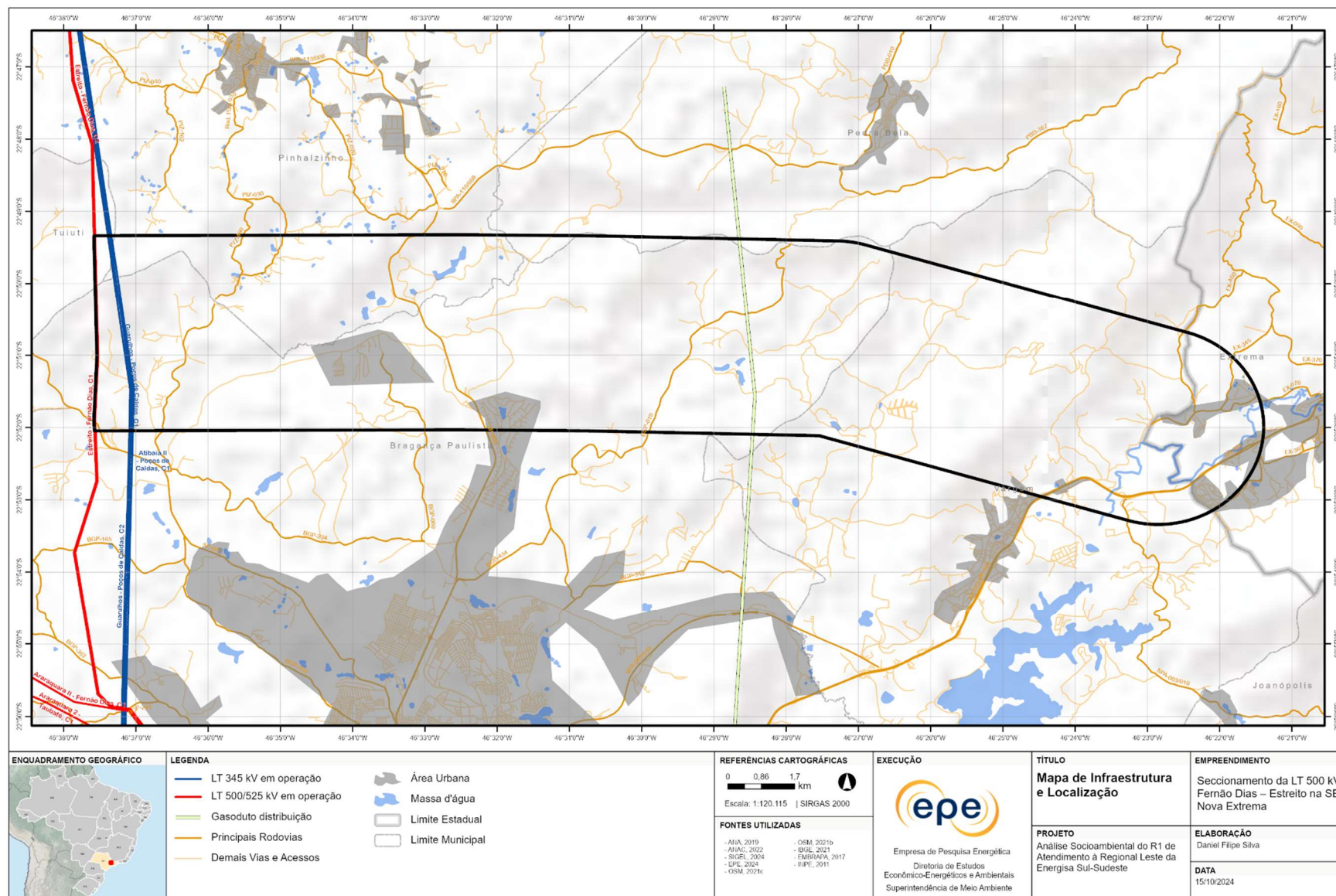


Figura 5 – Infraestrutura e localização no corredor do seccionamento da LT 500 kV Fernão Dias – Estreito na SE Nova Extrema

Vegetação e uso do solo

O corredor do seccionamento da LT 500 kV Fernão Dias – Estreito na SE Nova Extrema está inserido no polígono da Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/06 e Decreto nº 6.660/08), com características de vegetação de floresta ombrófila densa, com árvores de folhas largas e perenes e por chuvas abundantes e frequentes. Há remanescentes de vegetação nativa que estão inseridos em Áreas de Preservação Permanente ao redor de alguns trechos dos cursos d'água e reservas legais dentro de propriedades rurais.

O uso do solo no corredor caracteriza-se por apresentar algumas áreas de **expansão urbana, pastagens, agricultura**, combinados com áreas de **fragmentos florestais** (Figura 6).

Meio físico

Predominam no corredor os domínios de Morros e Serras Baixas com declividades entre ondulado (8 a 20%) a forte ondulado (20 a 45%), de acordo com CPRM (2010). Há trechos com maiores declividades e altitudes, mas com possibilidades de desvios ou minimização de passagem da futura LT (Figura 8).

Na paisagem destaca-se a **Serra das Pitangueiras, Serra das Araras e o Serrote dos Cubas**, com elevações acima de 1.000 metros de altitude, localizadas entre os municípios de Vargem, Bragança Paulista e Pedra Bela.

Os principais **corpos d'água** que atravessam o corredor são, no sentido Leste-Oeste, o **rio Jaguari**, ribeirão dos Godóis, ribeirão dos Anhumas, ribeirão das Araras e ribeirão da Posse. Esses cursos d'água não demandarão a implantação de torres especiais para a sua travessia.

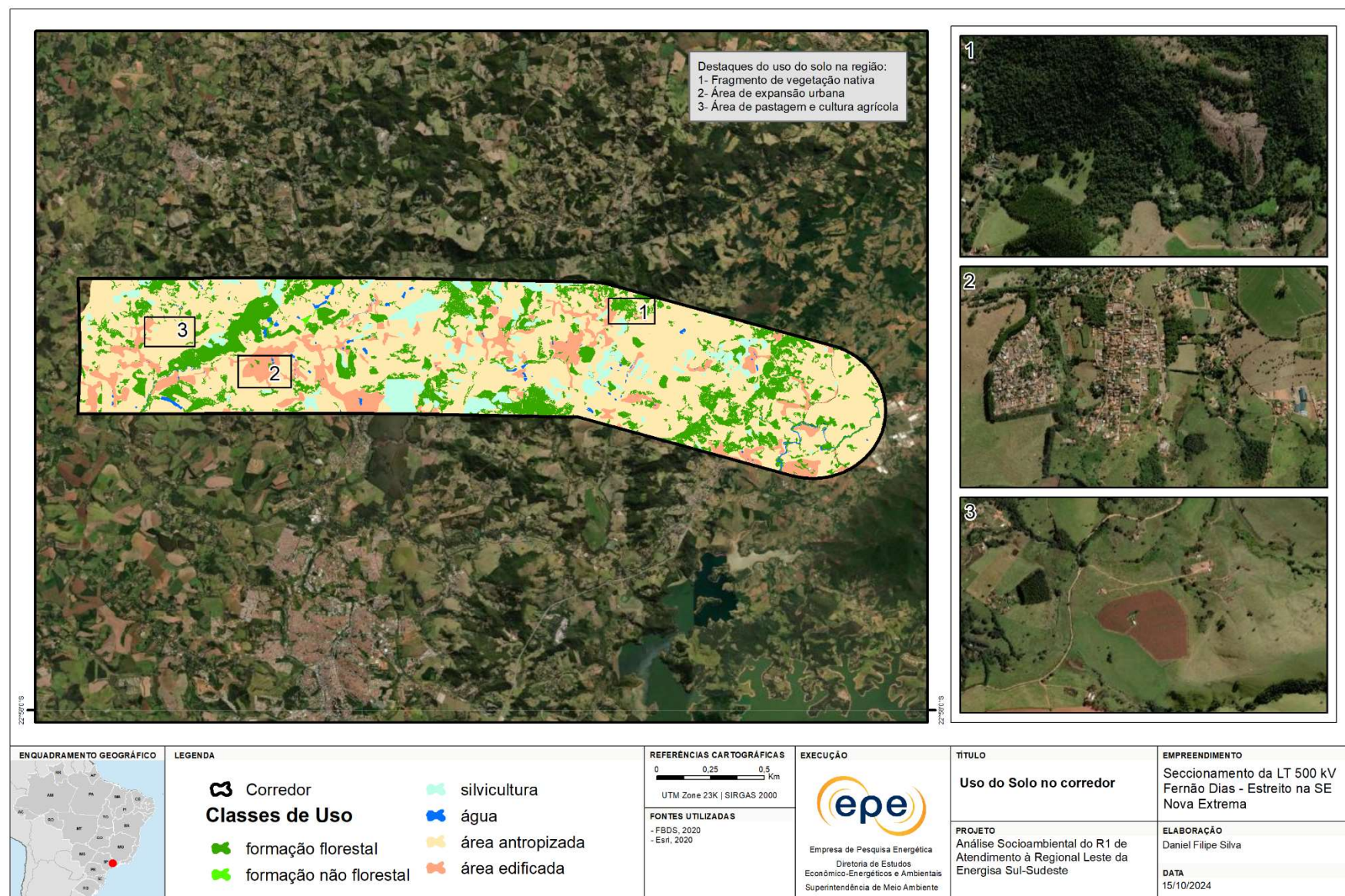


Figura 6 - Uso do solo no corredor do seccionamento da LT 500 kV Fernão Dias – Estreito na SE Nova Extrema



Figura 7 - Ilustração do relevo de Morros e Serras Baixas no corredor do seccionamento. Coordenadas aproximadas da imagem: 22°50'28"S e 46°35'56"O (visada para o sentido norte). Fonte: Google StreetView.

Processos minerários

De acordo com a ANM (2023), foram identificados 19 polígonos de **processos minerários** no corredor (Figura 9). Quanto as fases dos processos, sete encontram-se na de **requerimento de pesquisa**, quatro na de **autorização de pesquisa**, três na de **requerimento de licenciamento**, dois **aptos para disponibilidade**, dois na de **licenciamento** e um na de **direito de requerer lavra**. As **substâncias** requeridas dentro do corredor são argila (6), minério de ouro (6), granito (3), minério de manganês (2) e areia (2).

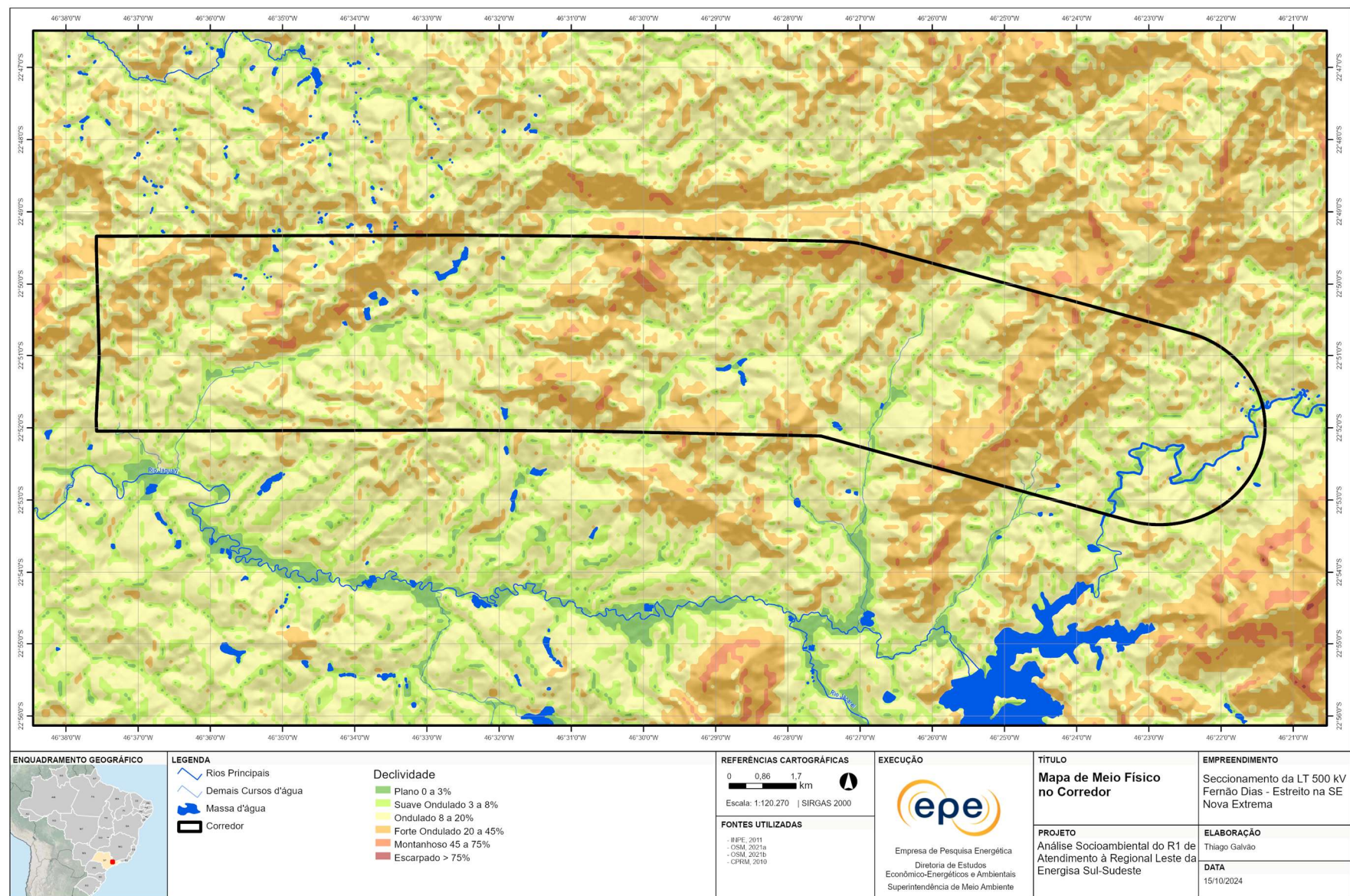


Figura 8 - Meio físico no corredor do seccionamento da LT 500 kV Fernão Dias – Estreito na SE Nova Extrema

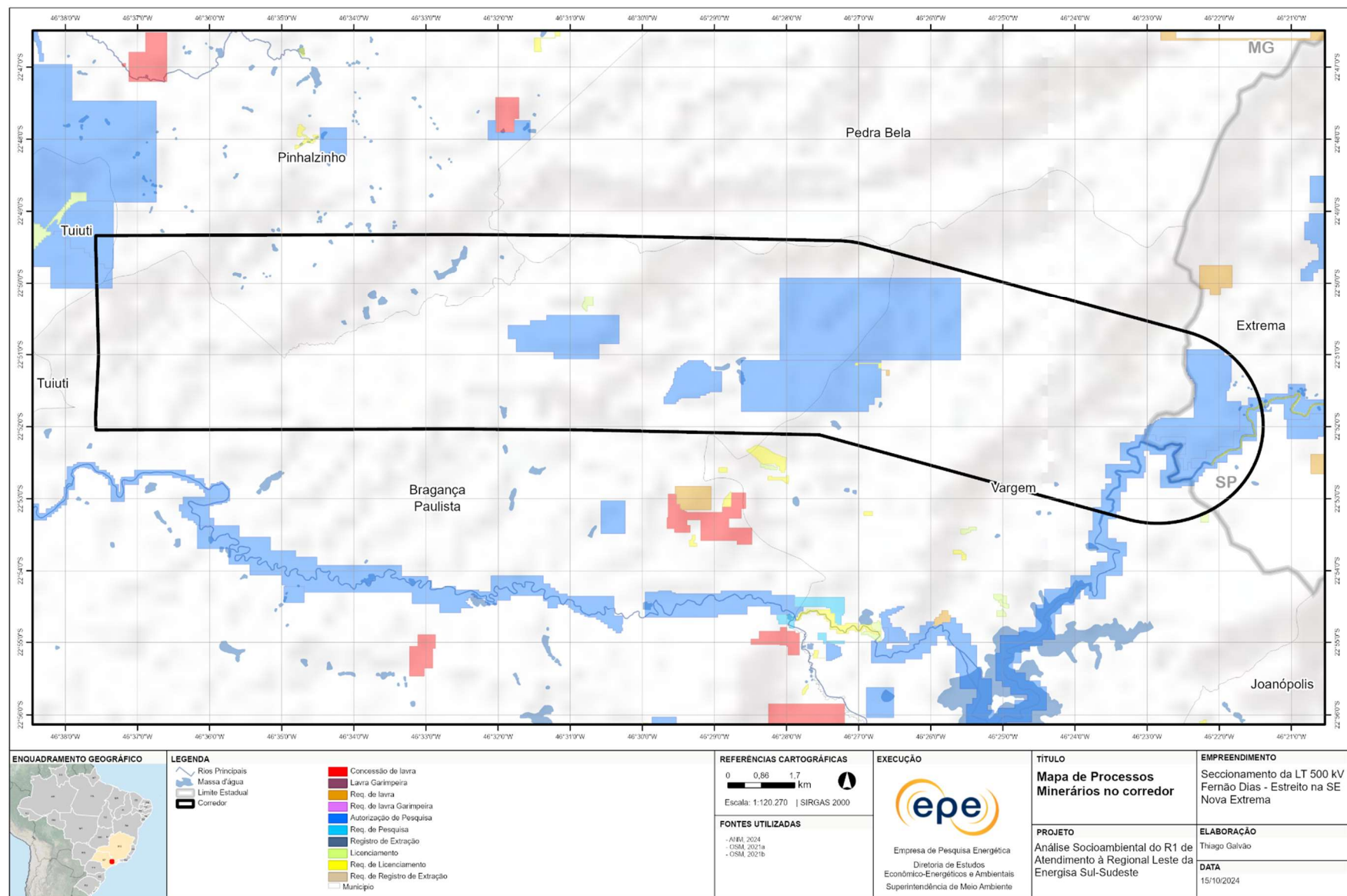


Figura 9 - Processos minerários no corredor do seccionamento da LT 500 kV Fernão Dias – Estreito na SE Nova Extrema

Áreas protegidas e com restrições legais

De acordo com a base de dados consultada, **não há registro de cavernas (área de baixo potencial espeleológico), sítios arqueológicos, projetos de assentamento, áreas núcleo da reserva da biosfera, terras indígenas ou terras quilombolas** no interior do corredor (Figura 10).

Embora não existam sítios georreferenciados dentro da área do corredor, em consulta realizada no Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos, acessado por meio do *site* do Iphan (<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1699>), foram identificados cinco sítios arqueológicos, sem representação cartográfica, três localizados no município de Bragança Paulista, um em Vargem/SP e outro em Extrema/MG.

Assim, como no caso da área referencial para implantação da SE Nova Extrema, toda a extensão do corredor é ocupada por Áreas de Proteção Ambiental (APA): a APA Fernão Dias, em território mineiro, e as APAs Sistema Cantareira e Piracicaba Juqueri-Mirim, no território paulista.

O corredor está inserido no polígono compreendido pela Lei da Mata Atlântica - Lei nº 11.428/06, regulamentada pelo Decreto nº 6.660/08, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica. A referida lei estabelece que novos empreendimentos que impliquem corte ou supressão de vegetação do bioma Mata Atlântica deverão ser implantados, preferencialmente, em áreas já substancialmente alteradas ou degradadas.

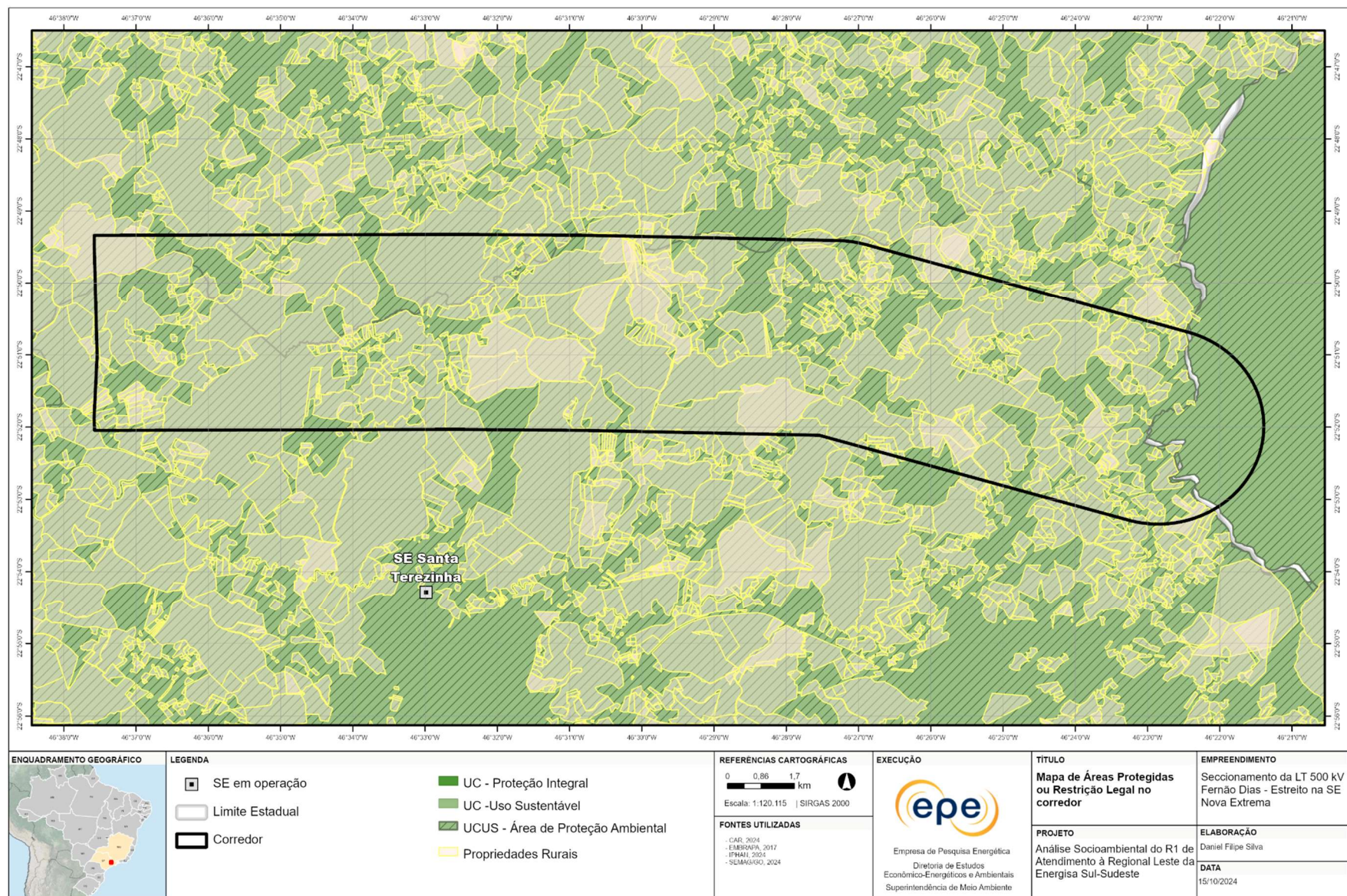


Figura 10 - Áreas protegidas e com restrições legais no corredor do seccionamento da LT 500 kV Fernão Dias – Estreito na SE Nova Extrema

Recomendações para o Relatório R3

Deverão ser estudadas criteriosamente, durante a elaboração do Relatório R3 deste empreendimento, opções de traçado para a futura LT, escolhendo-se a alternativa mais viável do ponto de vista socioambiental, fundiário e construtivo. A seguir, são apresentadas as principais recomendações quando da elaboração do referido relatório:

- Evitar e/ou minimizar possíveis interferências nas áreas de expansão urbana inseridas no corredor.
- Desviar, na medida do possível, dos remanescentes de vegetação nativa sobrepostos pelo corredor e evitar interferência com as Áreas de Preservação Permanente, priorizando-se áreas já antropizadas, observando o disposto na Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/06 e Decreto nº 6.660/08).
- Consultar e considerar, no traçado da diretriz, o Plano Diretor de Bragança Paulista, e dos outros municípios, se houver, de modo a buscar informações e possíveis restrições que possam afetar o empreendimento.
- Evitar e/ou minimizar sobreposição com os processos minerários abrangidos pelo corredor, desviando daqueles que se encontram em estágios mais avançados.
- Buscar, sempre que possível, proximidade com rodovias e vias de acesso existentes.
- Considerar o arranjo elétrico preliminar da SE Nova Extrema contido nas análises elétricas do Relatório R1 da subestação de forma a otimizar o traçado do seccionamento planejado e para linhas futuras.
- Evitar interferência com a vegetação nativa, principalmente as Áreas de Preservação Permanentes e áreas destinadas às Reservas Legais das propriedades rurais, priorizando áreas antropizadas. (Consultar base do Cadastro Ambiental Rural)
- Buscar informações sobre localização exata dos sítios arqueológicos sem representação cartográfica e informar caso estejam dentro dos limites do corredor.

4. REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas. 2020. Polos nacionais de agricultura irrigada: mapeamento de áreas irrigadas com imagens de satélite. Brasília: ANA, 2020. 46 p. Disponível em: <https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/media/2020/03/polos-nacionais-irriga%C3%A7%C3%A3o.pdf>.

Acesso em: setembro de 2024.

Anac. Agência Nacional de Aviação Civil, 2024. Cadastro de Aeródromos públicos e privados. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/regulados/aerodromos/lista-de-aerodromos-civis-cadastrados>. Acesso em: setembro de 2024.

Aneel. Agência Nacional de Energia Elétrica. 2024. SIGA - Sistema de Informações de Geração da Aneel. Disponível em <https://dados.gov.br/dataset/siga-sistema-de-informacoes-de-geracao-da-aneel>. Acesso em setembro de 2024.

_____. Agência Nacional de Energia Elétrica, 2024. Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico – SIGEL. Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/Down/>. Acesso: setembro de 2024.

ANM. Agência Nacional de Mineração, 2024. Processos Minerários (arquivos vetoriais). Disponível em: https://app.anm.gov.br/dadosabertos/SIGMINE/PROCESSOS_MINERARIOS/BRASIL.zip. Acesso em: setembro de 2024.

BRASIL, 2006. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm. Acesso em: setembro de 2024.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil, 2012. Mapas de Geodiversidade Estaduais. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Gestao-Territorial/Mapas-de-Geodiversidade-Estaduais-1339.html>. Acesso em: setembro de 2024.

_____. 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: setembro de 2024.

Eletrobras. Centrais Elétricas Brasileiras, 2019. Mapoteca de Unidades de Conservação. [DG/GG/GGA]. Rio de Janeiro. versão: setembro de 2024.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética, 2018. Sistema de Informações Geográficas do Setor Energético Brasileiro. Gasodutos de Transporte - Web Map EPE. Disponível em: <https://gisepeprd2.epe.gov.br/WebMapEPE/>. Acesso em : setembro de 2024.

____. Empresa de Pesquisa Energética, 2024. Sistema de Informações Geográficas do Setor Energético Brasileiro - Web Map EPE. Linhas de transmissão e subestações existentes e planejadas. Disponível em: <https://gisepeprd2.epe.gov.br/WebMapEPE/>. Acesso em: setembro de 2024.

ESRI. Environmental Systems Research Institute. ArcGIS Pro 3.2.0. Disponível em: <https://www.esri.com/legal/software-license>.

FCP. Fundação Cultural Palmares. 2024. Certificação Quilombola. Disponível em: <https://www.gov.br/palmares/pt-br/departamentos/protecao-preservacao-e-articulacao/certificacao-quilombola>. Acesso em: setembro de 2024.

Funai. Fundação Nacional do Índio, 2024. Delimitação das Terras Indígenas do Brasil. Arquivos em formato WFS. Disponível em: <https://geoserver.funai.gov.br/geoserver/ows?service=wfs&version=2.0.0&request=GetCapabilities>. Acesso em: setembro de 2024.

Google. Google Earth Pro 7.3.6.9345. Disponível em: <https://www.google.com/earth/>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008. Mapa da Área de Aplicação da Lei nº 11.248 de 2006 - 2ª edição. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/estudos_ambientais/biomas/mapas/lei11428_mata_atlantica.pdf. Acesso em: setembro de 2024.

____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Arquivos vetoriais de Massas d'água e Drenagem do Brasil em escala 1:250.000. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?=&t=downloads>. Acesso em: setembro de 2024.

____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021. Limite de Estados e Municípios Brasileiros. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: setembro de 2024.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2012. Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav/publicacoes/mapa-de-potencialidades-de-ocorrencia-de-cavernas-no-brasil/dados-mapade-potencialidades-de-ocorrencia-de-cavernas-no-brasil.zip/view>.

____. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE, 2024. Arquivos em formato shapefile. Disponível em: Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav/cadastro->

[nacional-de-informacoes-espeleologicas/cav_canie_geral_19122022.zip](#). Acesso em: setembro de 2024.

Inbra. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 2024a. Projetos de Assentamento. Disponível em: https://certificacao.inbra.gov.br/csv_shp/zip/Assentamento%20Brasil.zip. Acesso em: setembro de 2024.

_____. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 2024b. Terra Quilombola. Disponível em: https://certificacao.inbra.gov.br/csv_shp/zip/Assentamento%20Brasil.zip. Acesso em: setembro de 2024.

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

Iphan. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 2024a. Centro Nacional de Arqueologia – Sítios Arqueológicos Georreferenciados. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1701/>. Acesso: setembro de 2024.

_____. Instituto Nacional do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 2024b. Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1699/>. Acesso em: setembro de 2024.

MMA. Ministério do Meio Ambiente, 2024. Delimitação das Unidades de Conservação do Brasil. Arquivos em formato shapefile. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acesso em: setembro de 2024.

OSM. Open Street Map, 2021a. Massa d'água. Disponível em: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Pt:Bing_Maps.

OSM. Open Street Map, 2021b. Hidrografia. Disponível em: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Pt:Bing_Maps.

OSM. Open Street Map, 2021c. Rede Viária. Disponível em: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Pt:Bing_Maps.

OSM. Open Street Map, 2021d. Rede Ferroviária. Disponível em: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Pt:Bing_Maps.

5. APÊNDICE

TABELA DE RECOMENDAÇÃO PARA O SECCIONAMENTO DA LT 500 KV FERNÃO DIAS – ESTREITO NA SE NOVA EXTREMA

Seccionamento da LT 500 kV Fernão Dias - Estreito na SE Nova Extrema	
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	
Extensão do eixo do corredor (R1): 25,5 km	Extensão do eixo do corredor (R1):
Variação da extensão e principal (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:	
1 - Anexar o mapa contendo o corredor estudado no Relatório R1 e a diretriz proposta no Relatório R3, e os principais fatores socioambientais que influenciaram a diretriz.	
2 - Encaminhar arquivo digital da diretriz definida no R3 (formato KML e <i>shapefile</i>).	
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.
Evitar e/ou minimizar possíveis interferências nas áreas de expansão urbana inseridas no corredor.	
Desviar, na medida do possível, dos remanescentes de vegetação nativa sobrepostos pelo corredor e evitar interferência com as Áreas de Preservação Permanente, priorizando-se áreas já antropizadas, observando o disposto na Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/06 e Decreto nº 6.660/08).	
Consultar e considerar, no traçado da diretriz, o Plano Diretor de Bragança Paulista, e dos outros municípios, se houver, de modo a buscar informações e possíveis restrições que possam afetar o empreendimento.	
Evitar e/ou minimizar sobreposição com os processos minerários abrangidos pelo corredor, desviando daqueles que se encontram em estágios mais avançados.	

Buscar, sempre que possível, proximidade com rodovias e vias de acesso existentes.	
Considerar o arranjo elétrico preliminar da SE Nova Extrema contido nas análises elétricas do Relatório R1 da subestação de forma a otimizar o traçado do seccionamento planejado e para linhas futuras.	
Evitar interferência com a vegetação nativa, principalmente as Áreas de Preservação Permanentes e áreas destinadas às Reservas Legais das propriedades rurais, priorizando áreas antropizadas. (Consultar base do Cadastro Ambiental Rural)	
Buscar informações sobre localização exata dos sítios arqueológicos sem representação cartográfica e informar caso estejam dentro dos limites do corredor.	

TABELA DE RECOMENDAÇÃO PARA A SE NOVA EXTREMA

SE 500 kV Nova Extrema	
Tabela 1 - Comparação da diretriz da LT (Relatório R3) com o proposto no Relatório R1	
Responsável pelo preenchimento:	
Contato do Responsável:	
Data:	
Comparação da localização da SE (Relatório R3) com o proposto no Relatório R1	
No caso de localização da SE 500 kV Nova Extrema em local diferente do indicado no Relatório R1, indicar justificativa (s):	
1. Anexar mapa indicando a localização proposta para a SE 500 kV Nova Extrema no Relatório R3, e os principais fatores socioambientais que influenciaram essa localização. 2. Coordenadas da localização proposta para a SE 500 kV Nova Extrema: 3. Anexar arquivo Kmz da localização da subestação.	
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.
Considerar as dimensões para a alocação da SE Nova Extrema, estimadas em uma área mínima de 124.950 m ² (255 m x 490 m).	
Considerar o arranjo elétrico preliminar da SE Nova Extrema contido nas análises elétricas do Relatório R1 da subestação de forma a otimizar o traçado do seccionamento planejado e para linhas futuras.	
Monitorar o estágio dos processos minerários abrangidos pela área referencial e evitar sobreposição no caso de eventual avanço significativo em algum desses polígonos, quando situarem na mesma área escolhida para a subestação.	
Estudar de forma criteriosa a seleção do terreno da SE planejada no tocante aos aspectos topográficos da região, evitando os domínios montanhosos, bem como áreas com fortes declividades.	
Evitar interferência com a vegetação nativa, principalmente as Áreas de Preservação Permanentes e áreas destinadas às Reservas Legais das propriedades rurais, priorizando áreas antropizadas. (Consultar base do Cadastro Ambiental Rural)	

Evitar proximidade, se possível, com as áreas urbana de Vargem/SP e Extrema/MG, incluindo na análise áreas de futura expansão da cidade.	
Priorizar, se possível, a escolha de terrenos que incidam sobre um menor número de proprietários.	
Quando possível, buscar proximidade com as rodovias Fernão Dias e SP-036, ou o apoio rodoviário existente, de modo a facilitar a implantação e operação da SE Nova Extrema, ou minimizar as obras de ampliação ou abertura de novas vias de acesso.	
Consultar Planos Diretores de Extrema e Vargem, se houver, para buscar informações e possíveis restrições que possam afetar a implantação da SE Nova Extrema.	
Buscar informações sobre localização exata dos sítios arqueológicos sem representação cartográfica e informar caso estejam dentro da área referencial.	