



NOTA TÉCNICA

ATENDIMENTO À REGIÃO DE CAMPINAS, BOM JARDIM E ITATIBA – PARTE I

NOVEMBRO DE 2024

■ Colaboradores

NOTA TÉCNICA

EPE-DEE-NT-038/2024-REVO

Coordenação Geral

Reinaldo da Cruz Garcia

Coordenação Executiva

Thiago Dourado Martins

Coordenação Técnica

Daniel José Tavares de Souza

Equipe Técnica

Paulo Fernando de Matos Araujo

Suporte Administrativo

Renata Cardozo Rios



e p e



VALOR PÚBLICO

COM ESTA NOTA TÉCNICA A EPE RECOMENDA UM CONJUNTO DE REFORÇOS NAS SUBESTAÇÕES DE BOM JARDIM, NO MUNICÍPIO DE JUNDIAÍ, E DE FERNÃO DIAS, NO MUNICÍPIO DE ATIBAIA, OBJETIVANDO AUMENTAR A CAPACIDADE DE ATENDIMENTO DAS REDES DE 88 E 138 kV, NUMA REGIÃO QUE TEM SIDO MUITO DEMANDADA PARA A CONEXÃO DE NOVOS DATA CENTERS.

ESTA PRIMEIRA PARTE DO ESTUDO QUE AVALIA AS REGIÕES DE CAMPINAS, BOM JARDIM E ÍTATIBA E BUSCOU IDENTIFICAR OS REFORÇOS NECESSÁRIOS DE MÉDIO PRAZO, PERMITINDO A AVALIAÇÃO DE SOLUÇÕES MAIS ESTRUTURANTES NO RELATÓRIO DA PARTE DOIS.

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

**Diretora 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	9
1.1	Considerações iniciais.....	9
1.2	Objetivos gerais	10
2	CONCLUSÕES	11
3	RECOMENDAÇÕES	12
3.1	SE Bom Jardim	13
3.2	LTs de 440 kV	14
3.3	SE Fernão Dias	14
3.4	SE Poços de Caldas	14
4	DADOS, PREMISSAS E CRITÉRIOS	16
4.1	Limites de Carregamento	16
4.2	Topologia, Mercado e Cenário	16
5	DIAGNÓSTICO DO SISTEMA	17
6	CONSTRUÇÃO DA SOLUÇÃO	21
6.1	SE Bom Jardim	21
6.2	LTs de 440 kV	21
6.3	SE Fernão Dias	22
6.4	SE Poços de Caldas	22
6.5	Solução	22
7	ANÁLISE DO DESEMPENHO EM REGIME PERMANENTE	23
8	ANÁLISE DE CURTO-CIRCUITO	26
8.1	Avaliação inicial	26
8.2	Controle do nível de curto-circuito de Bom Jardim	26
8.3	Recomendação	27
9	REFERÊNCIAS	28
10	EQUIPE TÉCNICA	29
11	FICHAS PET/PELP	30
	ANEXO A – Tabelas com desempenho do Diagnóstico e da Solução	34
	ANEXO B – CONSULTAS DE VIABILIDADE DE ESPAÇO	40

■ Lista de Tabelas

Tabela 1-1 – Carregamento das transformações na região em N-1.....	9
Tabela 3-1 – Obras recomendadas.....	12
Tabela 3-2 – Depreciação dos transformadores de fronteira da SE Bom Jardim.....	13
Tabela 5-1 – Desempenho elétrico– Condição normal	17
Tabela 5-2 – Desempenho elétrico– Condição de emergência.....	18
Tabela 6-1 – Configuração final das transformações	22
Tabela 7-1 – Desempenho elétrico após solução – Condição normal.....	23
Tabela 7-2 – Desempenho elétrico– Condição de emergência.....	24
Tabela 8-1 – Níveis de Curto-Circuito Máximo (kA)	26
Tabela A-1– Desempenho elétrico – Condição normal (todos os anos)	34
Tabela A-2– Desempenho elétrico – Condição de emergência (todos os anos).....	35
Tabela A-3– Desempenho elétrico após solução – Condição normal (todos os anos).....	37
Tabela A-4– Desempenho elétrico após solução – Condição de emergência (todos os anos)	38

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

Existe uma busca crescente por conexões ao sistema de transmissão e de distribuição por empresas do setor de *Data Center*. Esse setor tem como característica uma demanda modulável que pode ser expandida de forma significativa num curto prazo e não é raro ver demandas além de 100 MW sendo requisitadas. Além do volume de energia, esse setor também é dependente de um bom serviço de internet, fazendo com que esses novos consumidores busquem se instalar em regiões metropolitanas que reúnem uma boa infraestrutura e uma quantidade elevada de possíveis consumidores. Dessa forma, uma das principais regiões buscadas por este setor está no eixo entre as regiões metropolitanas das cidades de São Paulo e de Campinas, que não está preparada para receber um aumento tão significativo da carga.

Uma avaliação inicial do sistema considerando o crescimento da demanda reforçada por esses consumidores da área de atuação da distribuidora CPFL identifica possíveis violações nas transformações de fronteiras 440/88 kV de Bom Jardim; 440/138 kV de Bom Jardim, Sumaré e Piracicaba; e 500/138 kV de Itatiba, além das transformações em rede básica de Fernão Dias e Campinas. Também muito afetada, a transformação 345/138 kV de Campinas já teve uma recomendação de ampliação em 2023 [1].

A Tabela 1-1 apresenta uma avaliação inicial, com base em casos do PD33 adicionando cargas prospectivas de novos empreendimentos na região, do carregamento das transformações com mais de uma unidade no caso de contingência na própria transformação num cenário de carga média. Se destaca no atual diagnóstico os carregamentos nas duas transformações de Bom Jardim, com expectativa de violações em casos de contingência na transformação 440/88 kV já para 2026. Outro destaque é o carregamento em Campinas que poderia apresentar violação antes da ampliação da transformação no caso dessa carga se concretizar.

Tabela 1-1 – Carregamento das transformações na região em N-1

Transformador	LIM.	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
ATF 500/440 kV F. DIAS	1440	89%	88%	96%	95%	97%	101%	103%	105%	107%	109%	112%	122%
ATF 500/138 kV ITATIBA	480	88%	93%	93%	97%	100%	104%	106%	108%	111%	113%	116%	126%
ATF 440/138 kV SUMARE	358	76%	85%	91%	98%	103%	103%	104%	104%	105%	105%	106%	107%
ATF 440/138 kV PIRACICABA	480	88%	91%	91%	94%	97%	101%	104%	104%	106%	110%	113%	113%
ATF 440/88 kV B. JARDIM	304	111%	112%	113%	116%	120%	121%	124%	126%	128%	130%	131%	133%
ATF 345/138 kV CAMPINAS	150/300	116%	62%	68%	74%	79%	82%	83%	84%	85%	86%	87%	83%

O caso da transformação 440/138 kV, também em Bom Jardim, é menos crítico, mas violações podem ocorrer em 2028, dependendo do cenário de análise. Assim, esta primeira parte do estudo focará numa solução para a SE Bom Jardim, observando também outras situações críticas na região.

1.2 Objetivos gerais

O objetivo desta Nota Técnica é recomendar uma solução de curto/médio prazo para o atendimento da demanda da SE Bom Jardim e região, buscando evitar sobrecargas e permitir a conexão de novas cargas na região que não dependem de exclusivamente de uma solução mais estruturante.

2 CONCLUSÕES

Tendo em vista a crescente implantação de Data Centers em regiões metropolitanas do Brasil, em especial no estado de São Paulo, a região de Campinas, Bom Jardim e Itatiba apresenta necessidade de uma expansão na capacidade de atendimento desses novos consumidores que podem se conectar diretamente na rede básica, DIT ou na rede das distribuidoras.

Para esta região um diagnóstico inicial identificou que as transformações 440/138 kV e 440/88 kV de Bom Jardim se mostram os pontos mais críticos para o atendimento de novos consumidores na rede da distribuidora CPFL.

Considerando o curto prazo até as violações, esta primeira parte focou em possibilidades de expansão da transformação existente de Bom Jardim, uma vez que o sistema de distribuição em 88 kV na região de Jundiaí só tem essa fonte e por ser um bom momento de aumentar também a confiabilidade da fronteira com o sistema 138 kV, ao adicionar um segundo banco de transformador.

Após avaliações de viabilidade com a ISA CTEEP, este estudo chegou na recomendação de uma configuração que soluciona os problemas de carregamentos identificados no curto prazo, resolvendo os problemas na fronteira da SE Bom Jardim não apenas no curto/médio prazo, mas até o final do horizonte do PDE 2033 para o mercado considerado no estudo.

O diagnóstico inicial indica mais problemas na região de Campinas, Bom Jardim e Itatiba. Porém, esses outros problemas estão, de forma geral, num horizonte que permite um estudo mais completo com a possibilidade de o estudo avaliar diferentes alternativas incluindo novas fronteiras para o atendimento da região, bem como expansão da Rede Básica existente, e serão tratados no relatório da Parte 2.

Também foram identificadas violações ou carregamentos elevados nos seguintes pontos do sistema: i) transformação 500/440 kV de Fernão Dias; ii) transformação 500/345 kV de Poços de Caldas; iii) LT440 kV Ribeirão Preto – Santa Bárbara d’Oeste C1; iv) LT440 kV Araras – Araraquara C1 e C2; e v) LT440 kV Araraquara – Piracicaba C1.

Dado que são pontos de vulnerabilidade sistêmica e podem apresentar-se como fatores limitantes para a contratação de novos projetos de *Data Center* na Rede Básica da região do estudo, o presente estudo apresenta todas as recomendações de obras para o ano de 2027, ainda que o diagnóstico tenha identificado algumas das violações de carregamento entre 2028 e 2029.

3 RECOMENDAÇÕES

A Tabela 3-1 busca resumir as recomendações para o ano de 2027, que conta com substituições, realocações e novos equipamentos.

Tabela 3-1 – Obras recomendadas

Ano	Obra	Descrição	Observações
2027	SE Bom Jardim	Substituição do 1º, 2º, 3º TR 440/88 kV, (9+1R) x 100 MVA 1Φ	Substituição dos TRs 2, 3 e 4 e fase TR-R existentes por final de vida útil. Os novos TRs deverão ter impedância mínima de 20%
		4º TR 440/88 kV, (3) x 100 MVA 1Φ 1 CT 440 kV, Arranjo DJM 1 CT 88 kV, Arranjo BD5	Novo TR 440/88 kV com conexões associadas. O novo TR deverá ter impedância mínima de 20% e ficará localizado no espaço do atual TR 1 (440/138 kV)
		Trecho de cabo isolado em 88 kV para conexão do 4º TR 440/88 kV com o setor de 88 kV	
		1º TR 440/138 kV, (3+1R) x 100 MVA 1Φ	Realocação do TR-3 e fase azul do TR-4 (atualmente em operação como 440/88 kV), para operação como 440/138 kV e adequações dos módulos de conexão existentes.
		2º TR 440/138 kV, 3 x 100 MVA 1Φ	Novo TR 440/88 kV com conexões associadas.
		Trecho de cabo isolado em 138 kV para conexão do 1º e 2º TR 440/138 kV com o setor de 138 kV	
		1 CT 440 kV, Arranjo DJM 1 IB 440 kV, Arranjo DJM	
	1 CT 138 kV, Arranjo BD5		
	LT 440 kV Ribeirão Preto – Santa Bárbara d'Oeste	Adequações nos equipamentos terminais	Substituição do Transformador de Corrente, da Seccionadora e do cabo condutor do bay nas duas subestações
	LT 440 kV Araras – Araraquara C1 e C2		C1: Substituição da Bobina de Bloqueio nas duas subestações C2: Substituição da Bobina de Bloqueio em Araraquara
LT 440 kV Araraquara – Piracicaba C1	Substituição do Transformador de Corrente em Piracicaba		
LT 440 kV Piracicaba – Santa Bárbara d'Oeste	Substituição do Transformador de Corrente nas duas subestações Substituição da Seccionadora e do cabo condutor do bay em Santa Bárbara		
2027	SE Fernão Dias	4º ATF 500/440 kV, (3 + 1R) x 400 MVA 1Φ CT 500 kV, Arranjo DJM CT 440 kV, Arranjo DJM IB 500 kV, Arranjo DJM IB 440 kV, Arranjo DJM	Novo TR 500/440 kV com conexões associadas e fase reserva

2027	SE Poços de Caldas	2º ATF 500/345 kV, 3 x 200 MVA 1Φ 1 CT 500 kV, Arranjo AN 1 IB 500 kV, Arranjo AN 1 CT 345 kV, Arranjo BD5	Novo TR 500/345 kV com conexões associadas
------	--------------------	---	--

No que diz respeito aos Relatórios Complementares (R2 a R5), por se tratar de obras em subestações existentes, fica dispensada a elaboração de todos os relatórios.

3.1 SE Bom Jardim

Considerando o estado de depreciação dos transformadores indicados na Tabela 3-2 e na avaliação de curto-circuito (seção 8) que resultou numa indicação de impedância especial de 20% na base do transformador, a recomendação de obras para Bom Jardim é a substituição dos TR 1 a 4 e do TR-R por 4 bancos de transformadores 440/88 kV de 300/360 MVA mais fase reserva (12 +1 x 100 MVA), com a impedância especial. Para a transformação 440/138 kV, alocada em outra parte da subestação, serão realocadas as três fases do TR-3, bem como a FASE Azul do TR-4 (os transformadores são religáveis em 138-88 kV), que serão acompanhadas de um novo banco de transformadores de 300/360 MVA (3 x 100 MVA).

Tabela 3-2 – Depreciação dos transformadores de fronteira da SE Bom Jardim

Identificação	Número Operacional	Depreciação
TR 440 / 138 KV BOM JARDIM 1 SP FASE B	TR-1	100% depreciado
TR 440 / 138 KV BOM JARDIM 1 SP FASE V	TR-1	100% depreciado
TR 440 / 138 KV BOM JARDIM 1 SP FASE A	TR-1	Depreciação total em 19 anos
TR 440 / 88 KV BOM JARDIM 2 SP FASE A	TR-2	100% depreciado
TR 440 / 88 KV BOM JARDIM 2 SP FASE B	TR-2	100% depreciado
TR 440 / 88 KV BOM JARDIM 2 SP FASE V	TR-2	100% depreciado
TR 440 / 88 KV BOM JARDIM 3 SP FASE A	TR-3	Depreciação total em 15 anos
TR 440 / 88 KV BOM JARDIM 3 SP FASE B	TR-3	Depreciação total em 15 anos
TR 440 / 88 KV BOM JARDIM 3 SP FASE V	TR-3	Depreciação total em 15 anos
TR 440 / 88 KV BOM JARDIM 4 SP FASE B	TR-4	100% depreciado
TR 440 / 88 KV BOM JARDIM 4 SP FASE V	TR-4	100% depreciado
TR 440 / 88 KV BOM JARDIM 4 SP FASE A	TR-4	Fase substituída em 2024
TR 440 / 88 KV BOM JARDIM 2/3/4 SP Fase R	TR-R	100% depreciado
TR 440 / 138 KV BOM JARDIM RES SP	TR-Reserva	Fase substituída em 2021

Dessa forma, todos os transformadores 440/88 kV serão novos e poderão ter a mesma impedância especial, aproveitando-se ao máximo as fases ainda não depreciadas na ampliação da capacidade na transformação 440/138 kV. Restaria, então, apenas as Fases Azul (TR-1) e Reserva (TR-Reserva) da transformação 440/138 kV ainda não depreciadas, mas com capacidade inferior à nova configuração

da subestação. Mais informações sobre as localizações dos transformadores, verificar no ANEXO B – CONSULTAS DE VIABILIDADE DE ESPAÇO0 a resposta da transmissora.

Para a realização da substituição dos equipamentos, tanto no setor de 88kV quanto no de 138kV, será enfrentada uma condição crítica para o desligamento prolongado dos equipamentos em questão. No setor de 88kV, isso é inviável devido às cargas radiais da CPFL, que não podem ser remanejadas via rede. Já no setor de 138kV, a dificuldade decorre da importância do atendimento da carga na região.

Portanto, é imprescindível que, em ambos os casos, o novo equipamento seja instalado antes do início da substituição. Ou seja, no setor de 88kV, primeiro deve-se acrescentar uma nova transformação, e somente depois iniciar a substituição dos demais equipamentos. O mesmo procedimento deve ser seguido no setor de 138kV.

Destaca-se que para viabilizar a substituição dos equipamentos deverá ser feito um novo acesso para o deslocamento dos transformadores existentes e para os novos. Outro ponto crucial é que, para possibilitar essa transição, os novos equipamentos precisam ter características e especificações compatíveis com a operação em paralelo com os equipamentos antigos.

3.2 LTs de 440 kV

Existem linhas no sistema 440 kV que possuem uma capacidade limitada pela capacidade dos equipamentos terminais e esse é o caso das LTs indicadas na Tabela 3-1. Como a capacidade limitada já representa uma restrição para a entrada de novos consumidores livres na rede básica da região, a recomendação para a substituição dos equipamentos terminais é indicada para o mais breve possível, representado pelo ano inicial do horizonte avaliado nesta Nota Técnica.

Considerando a capacidade de 2030/2448 MVA das linhas, as adequações de equipamentos terminais visam liberar esta capacidade dos circuitos. Única exceção é a LT 440 kV Ribeirão Preto – Santa Bárbara d’Oeste C1, que após as adequações listadas teria capacidade de 2030/2400 MVA, valor ainda limitado por bobina de bloqueio (com vida útil remanescente), mas próximo o suficiente da capacidade da linha para não substituir este equipamento não depreciado.

3.3 SE Fernão Dias

A transformação 500/440 kV de Fernão Dias também apresenta tendência de violação no curto/médio prazo e é importante para o atendimento de novas cargas na região. Dessa forma, a presente NT recomenda como necessidade imediata a implantação do 4º TR 500/440 kV dessa subestação. Por impossibilidade de compartilhar a fase reserva dos bancos existentes, a recomendação é de 4 unidades.

3.4 SE Poços de Caldas

A transformação 500/345 kV de Poços de Caldas, que tem previsão de conclusão da substituição do único banco de transformadores para 2025, é outra fronteira importante para o atendimento à região estudada. A tendência é que após a substituição o fluxo aumente, resultado de uma impedância

relativamente menor que o padrão. Então esta fronteira, que sofre forte influência das cargas nas regiões metropolitanas de Campinas e da capital de São Paulo, também recebe a indicação de ampliação com a implementação do segundo banco de transformadores 500/345 kV para o ano de 2027.

4 DADOS, PREMISSAS E CRITÉRIOS

O presente estudo foi elaborado em conformidade com os critérios usuais de planejamento definidos no documento CCPE – Volume II “Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão dos Sistemas de Transmissão” [2]. Quando aplicável, foram respeitados ainda os requisitos do submódulo 2.3 dos Procedimentos de Rede do ONS [3] e dos Procedimentos de Distribuição/resoluções específicas da ANEEL [4].

4.1 Limites de Carregamento

Para os limites de carregamento das linhas e transformadores existentes, para as condições de operação normal e de emergência de curta duração, são os valores informados nos Contratos de Prestação de Serviços de Transmissão (CPST) e/ou Manual de Procedimentos da Operação (MPO).

4.2 Topologia, Mercado e Cenário

As projeções de demanda consideradas de forma geral foram aquelas referentes ao Plano Decenal da Transmissão 2032 [5]. Para a região de forma específica, a CPFL realizou uma revisão da demanda incluindo as cargas e conexões de novos consumidores na sua rede de distribuição. Por também ter influência na região, foram consideradas cargas previstas na área de atuação da Enel SP e de projetos com interesse em se conectar diretamente na Rede Básica da região.

Para esta Nota Técnica, o cenário utilizado foi o de carga média norte úmido. Se tratando de uma avaliação de transformações de fronteira, o patamar de carga associado ao maior fluxo descendo nas fronteiras é mais determinante do que o intercâmbio, não sendo visto um cenário específico de geração.

5 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA

Com foco nas transformações de Bom Jardim e região, a abordagem adotada no presente estudo considerou a operação em regime normal da rede existente, bem como a análise de algumas contingências.

As tabelas, a seguir, apresentam os problemas identificados no diagnóstico do sistema elétrico da região em análise (Tabelas completas com todos os anos no ANEXO A – Tabelas com desempenho do Diagnóstico e da Solução). As condições de emergência mais críticas estão na tabela e incluem as seguintes contingências:

- TR 440/88 kV Bom Jardim
- TR 440/138 kV Bom Jardim
- TR 345/138 kV Atibaia II
- TR 500/440 kV Fernão Dias
- TR 500/138 kV Itatiba
- LT 500 kV Poços de Caldas – Itajubá 3
- LT 440 kV Bom Jardim – Cabreúva
- LT 440 kV Araraquara – Piracicaba
- LT 440 kV Ribeirão Preto – Santa Bárbara d’Oeste
- LT 440 kV Araras – Araraquara
- LT 138 kV Atibaia II – Bragança Paulista

Os registros na cor laranja indicam as violações de carregamento das instalações. Já os destaques em amarelo sinalizam os valores próximos a esses limites.

Resultado das análises

Tabela 5-1 – Desempenho elétrico– Condição normal

LINHAS E TRAFOS	NC LIM.	2027	2028	2029	2030	2032	2034	2036	2038
		MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %
BJARDI-SP440	1	213 35	219 39	224 43	231 48	236 52	242 57	248 61	254 63
BJARDI-SP088	300	71%	75%	77%	80%	82%	86%	87%	91%
BJARDI-SP440	2	213 35	219 39	224 43	231 48	236 52	242 57	248 61	254 63
BJARDI-SP088	300	71%	75%	77%	80%	82%	86%	87%	91%
BJARDI-SP440	3	213 35	219 39	224 43	231 48	236 52	242 57	248 61	254 63
BJARDI-SP088	300	71%	75%	77%	80%	82%	86%	87%	91%
BJARDI-SP440	1	90 -66	142 -5	151 -5	153 -1	159 5	164 12	173 15	176 -10
B.JARD-SP138	150	74%	95%	102%	103%	108%	113%	119%	123%
ATIBA2-SP345	1	251 58	282 65	291 39	298 -6	309 5	326 20	348 66	370 115
ATIBA2-SP138	400	65%	74%	74%	75%	77%	82%	90%	101%
F.DIAS-SP500	1	946 72	1061 169	1127 181	1145 224	1165 183	1220 225	1274 369	1297 322
F.DIAS-SP440	1200	76%	87%	93%	96%	97%	101%	117%	111%

LINHAS E TRAFOS	NC LIM.	2027	2028	2029	2030	2032	2034	2036	2038
		MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar
		%	%	%	%	%	%	%	%
F.DIAS-SP500	2	946 72	1061 169	1127 181	1145 224	1165 183	1220 225	1274 369	1297 322
F.DIAS-SP440	1200	76%	87%	93%	96%	97%	101%	117%	111%
F.DIAS-SP500	3	946 72	1061 169	1127 181	1145 224	1165 183	1220 225	1274 369	1297 322
F.DIAS-SP440	1200	76%	87%	93%	96%	97%	101%	117%	111%
R.PRET-SP440	1	958 13	1208 73	1281 99	1277 117	1298 170	1344 233	1353 189	1408 181
S.BARB-SP440	1524	61%	79%	84%	83%	86%	89%	96%	95%
POCOS--MG345	1	-432 100	-559 155	-578 -0	-601 -10	-597 96	-640 137	-591 -259	-624 -255
POCOS3-MG000	600	76%	100%	98%	102%	103%	111%	112%	113%
ITATIB-SP500	1	272 100	275 90	288 94	302 98	316 106	327 115	339 123	360 154
ITATIB-SP138	400	70%	70%	74%	77%	82%	85%	89%	98%
ITATIB-SP500	2	272 100	275 90	288 94	302 98	316 106	327 115	339 123	360 154
ITATIB-SP138	400	70%	70%	74%	77%	82%	85%	89%	98%
ITATIB-SP500	3	272 100	275 90	288 94	302 98	316 106	327 115	339 123	360 154
ITATIB-SP138	400	70%	70%	74%	77%	82%	85%	89%	98%

Tabela 5-2 – Desempenho elétrico– Condição de emergência

CONTINGÊNCIA	LINHAS E TRAFOS	NC LIM.	2027	2028	2029	2030	2032	2034	2036	2038
			MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar
			%	%	%	%	%	%	%	%
ATF 088/440 BJARDI-SP - BJARDI - 1	BJARDI-SP440	2	319 69	328 77	337 84	347 93	355 101	363 110	372 117	381 123
	BJARDI-SP088	360	90%	94%	98%	101%	104%	109%	112%	116%
	BJARDI-SP440	3	319 69	328 77	337 84	347 93	355 101	363 110	372 117	381 123
	BJARDI-SP088	304	107%	112%	115%	120%	124%	129%	132%	138%
ATF 088/440 BJARDI-SP - BJARDI - 2	BJARDI-SP440	1	319 69	328 77	337 84	347 93	355 101	363 110	372 117	381 123
	BJARDI-SP088	304	107%	112%	115%	120%	124%	129%	132%	138%
	BJARDI-SP440	3	319 69	328 77	337 84	347 93	355 101	363 110	372 117	381 123
	BJARDI-SP088	304	107%	112%	115%	120%	124%	129%	132%	138%
LT BJARDI-SP 440 - CABREU- SP440 - 1	BJARDI-SP440	1	138 -66	188 -2	197 -1	198 3	206 10	212 18	222 23	
	B.JARD-SP138	180	84%	105%	111%	112%	117%	122%	128%	NC
LT ATIBA2- SP138 --- BRAGA1-SP138 - 1	D#2CZC-SP138	1	103 17	138 12	144 -9	148 -7	155 -3	163 0	168 5	182 35
	BRAGA1-SP138	163	64%	85%	88%	91%	94%	100%	103%	112%
	D#2CZC-SP138	1	-109 -18	-144 -13	-150 9	-155 7	-161 3	-169 -1	-175 -6	-188 -35
	ATIBA2-SP138	163	68%	89%	92%	95%	99%	104%	107%	117%
	BJARDI-SP440	1	100 -53	154 14	165 10	167 15	173 23	178 33	187 38	190 20
	B.JARD-SP138	180	62%	87%	93%	94%	99%	104%	109%	111%

CONTINGÊNCIA	LINHAS E TRAFOS	NC LIM.	2027	2028	2029	2030	2032	2034	2036	2038
			MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %
ATF 138/440 B.JARD-SP - BJARDI - 1	D#2CZC-SP138	1	96 -15	138 19	145 6	149 9	155 16	162 22	168 28	175 33
	BRAGA1-SP138	163	59%	85%	89%	91%	96%	101%	105%	110%
	D#1CZC-SP138	2	93 -16	135 18	142 5	146 8	152 15	159 21	165 26	172 32
	BRAGA1-SP138	163	57%	83%	87%	90%	94%	99%	103%	108%
	D#2CZC-SP138	1	-96 15	-138 -18	-145 -5	-149 -9	-155 -15	-162 -22	-168 -27	-176 -32
	ATIBA2-SP138	163	59%	85%	89%	91%	96%	101%	105%	110%
	D#1CZC-SP138	2	-99 14	-141 -19	-148 -6	-152 -10	-158 -16	-165 -23	-171 -28	-179 -33
	ATIBA2-SP138	163	61%	87%	91%	93%	98%	102%	107%	112%
ATF 345/138 ATIBA2-SP - ATIBA2 - 1	ATIBA2-SP345	1	291 14	352 111	366 91	375 50	390 71	410 97	438 153	449 149
	ATIBA2-SP138	520	56%	73%	74%	74%	77%	83%	93%	96%
ATF 500/440 F.DIAS-SP - F.DIAS - 1	BJARDI-SP440	1	139 -22	194 57	206 50	210 40	217 54	223 73	235 103	
	B.JARD-SP138	180	78%	114%	119%	121%	127%	136%	148%	NC
LT ARARAQ-SP 440 --- PIRACI- SP440 - 1	F.DIAS-SP500	2	1265 132	1422 284	1512 309	1542 385	1562 320	1637 387	1694 566	1748 556
	F.DIAS-SP440	1440	85%	98%	105%	109%	109%	115%	132%	128%
	F.DIAS-SP500	3	1265 132	1422 284	1512 309	1542 385	1562 320	1637 387	1694 566	1748 556
	F.DIAS-SP440	1440	85%	98%	105%	109%	109%	115%	132%	128%
LT R.PRET-SP 440 --- S.BARB- SP440 - 1	R.PRET-SP440	1	1163 40	1409 136	1476 180	1480 214	1492 254	1535 330		1531 378
	S.BARB-SP440	1524	75%	93%	98%	99%	102%	105%	DIV	112%
LT ARARAQ-SP 440 --- ARARAS -P440 - 1	ARARAQ-SP440	1	1339 57	1381 115	1429 133	1501 178	1528 212	1560 267		1687 417
	PIRACI-SP440	1524	87%	90%	93%	98%	102%	105%	NC	111%
LT POCOS- MG500 - ITAJU3 -MG500 - 1	ARARAQ-SP440	2	1513 310	1524 333	1559 349	1640 406	1654 354	1704 323		1774 620
	ARARAS-SP440	1524	100%	101%	103%	109%	111%	115%	NC	120%
ITATIB-SP500	POCOS--MG345	1	-545 105	-683 160	-704 3	-728 -11	-752 95	-809 134	-745 -231	-785 -211
	POCOS3-MG000	728	79%	101%	100%	103%	108%	116%	113%	114%
ATF 500/138 ITATIB-SP - ITATIB - 1	ITATIB-SP500	2	379 166	383 150	401 156	420 163	441 177	457 192	473 205	504 256
	ITATIB-SP138	480	84%	83%	87%	91%	97%	102%	105%	119%
	ITATIB-SP500	3	379 166	383 150	401 156	420 163	441 177	457 192	473 205	504 256
	ITATIB-SP138	480	84%	83%	87%	91%	97%	102%	105%	119%

Podemos observar no diagnóstico que apesar do fluxo confortável em condições normais, a transformação 440/88 kV de Bom Jardim apresenta violação desde o primeiro ano do horizonte em condição de emergência pela falta de capacidade de emergência em algumas unidades. Porém, mesmo o transformador com capacidade de emergência dentro do padrão de 120% da capacidade nominal chegaria no ponto de apresentar violação na contingência em 2030.

Já a transformação 440/138 kV de Bom Jardim apresenta violação de carregamento em condição normal em 2029. Não tendo um transformador paralelo, as principais contingências para o carregamento dessa transformação são a perda da LT 440 Bom Jardim – Cabreúva e do TR 345/138 kV de Atibaia II. Considerando estas contingências, a violação pode ser antecipada em um ano.

O diagnóstico ainda aponta que falha na LT 138kV Atibaia II – Bragança Paulista tem efeito não só no circuito remanescente como na transformação 440/138 kV de Bom Jardim. Enquanto a falha do transformador 440/138 kV de Bom Jardim, eleva o fluxo na mesma linha DIT e na fronteira 345/138 kV de Atibaia II. Já a transformação de Atibaia II tende a violar já em condição normal no final do horizonte.

Na SE Fernão Dias, temos o carregamento elevado de 2029 em condição normal. Na contingência de um dos transformadores, a transformação apresentaria violação da capacidade de curta duração em 2029 e um carregamento muito próximo do limite em 2028.

Na LT 440 kV Ribeirão Preto – Santa Bárbara, o diagnóstico aponta possíveis violações em 2031 e carregamentos elevados desde 2028, na contingência da LT 440 kV Araraquara – Piracicaba. Apresentando um caminho paralelo, o contrário também ocorre, na contingência da LT 440 kV Ribeirão Preto – Santa Bárbara, a LT 440 kV Araraquara – Piracicaba apresenta violações desde 2031 e carregamentos elevados desde 2028. Já para a LT 440 kV Araras – Araraquara, a contingência mais crítica é a perda de um dos circuitos paralelos que pode resultar na violação do circuito remanescente em todo o horizonte.

Em Poços de Caldas, a transformação 500/345 kV também apresenta violações em condições normais e em contingência desde 2028. Como atualmente existe apenas um banco, a contingência indicada com o maior agravamento para o carregamento é a da LT 500 kV Poços de Caldas – Itajubá 3.

A tabela mostra ainda o carregamento no N-1 da transformação 500/138 kV de Itatiba, apresentando um fluxo maior que 90% da capacidade de emergência em 2030 e com violação sendo observada a partir de 2034. Esta violação, no entanto, está num horizonte mais longe e pode ser tratada na próxima parte do estudo que avaliará soluções estruturantes, sendo possível considerar uma nova fronteira para dividir o carregamento ou um reforço da própria transformação.

6 CONSTRUÇÃO DA SOLUÇÃO

6.1 SE Bom Jardim

Conforme resultados apresentados no diagnóstico, as duas transformações da SE Bom Jardim e a transformação da SE Fernão Dias apresentam a tendência de carregamentos além da capacidade nos primeiros anos do horizonte

Considerando que o atendimento do setor de 88 kV de Bom Jardim é realizado exclusivamente pela transformação da própria subestação, a única contingência que impacta essa transformação é a perda de um dos transformadores da própria transformação e, dessa forma, a solução num prazo mais curto passa por um aumento de capacidade da própria transformação.

A transformação 440/138 kV apresenta apenas um transformador e o sistema em 138 kV apresenta conexão com outras fronteiras, dessa forma o carregamento dessa transformação é mais afetado por contingências em diferentes direções uma vez que na emergência dele o fluxo precisa seguir outro caminho. Como essa transformação também tem uma tendência de apresentar violação em condição normal, a solução de menor prazo e de menor custo também seria uma ampliação da própria transformação, o que também seria mais interessante para a confiabilidade de cargas na região.

As formas possíveis de ampliar essas transformações passam pela adição de mais um banco de transformadores ou substituição por bancos de maior capacidade. Ao consultar a viabilidade dessas ampliações, a ISA CTEEP, proprietária da subestação Bom Jardim, informou que não seria possível realizar a substituição dos transformadores de 440/88 kV por unidades de maior capacidade, considerando as dimensões típicas de transformadores de 400 MVA.

Para a transformação 440/138 kV, o levantamento de opções para expansão considerou o fato de hoje existir apenas um transformador e que no contexto da expansão de Data Centers a região deve seguir como de grande potencial. A necessidade de substituição do transformador único e em fim de vida útil também se mostrou como uma oportunidade para redefinir a sua capacidade.

6.2 LTs de 440 kV

A capacidade de todas as linhas de transmissão em 440 kV destacadas no diagnóstico é limitada hoje por seus equipamentos terminais. Se tratando de uma limitação de alguns equipamentos nas subestações e considerando que os condutores das linhas possuem capacidade de 2030/2448 MVA, a solução de menor prazo e de menor custo é a substituição dos equipamentos terminais limitantes.

Apesar do diagnóstico não identificar um carregamento elevado na LT 440 kV Piracicaba – Santa Bárbara d'Oeste, este trecho faz parte do tronco que interliga Araraquara e Santa Bárbara, que possui relação direta com o fluxo da LT 440 kV Ribeirão Preto – Santa Bárbara. Considerando as substituições necessárias nas subestações de Piracicaba e Santa Bárbara para os circuitos vindos de Araraquara e

Ribeirão Preto, respectivamente, e a possibilidade desse trecho representar uma limitação futura, a adaptação dos equipamentos terminais dessa linha também é recomendada.

6.3 SE Fernão Dias

Considerando que Fernão Dias é uma subestação recente e, portanto, não existe previsão de substituição dos transformadores por final de vida útil, a adição do quarto transformador é a solução de curto/médio prazo com menor custo global.

6.4 SE Poços de Caldas

O transformador único da transformação 500/345 kV de Poços de Caldas tem previsão de ter sua substituição concluída em 2025. Desta forma, a adição do segundo transformador é a solução de curto/médio prazo com menor custo global.

6.5 Solução

Com base nas conclusões anteriores, a solução recomendada neste estudo prevê a ampliação das transformações comentadas e a Tabela 6-1 mostra a configuração final de cada transformação. Em Bom Jardim, temos a ampliação na quantidade de transformadores 440/88 kV mantendo com capacidade de 300 MVA. Para a transformação 440/138 kV serão dois bancos de transformadores com capacidade de 300 MVA. Desses bancos, o quarto banco 440/88 kV e os bancos de 440/138 kV precisarão ainda de conexões por cabos isolados uma vez que eles ficariam afastados dos bays disponíveis nos setores de 138 e 88 kV, respectivamente. Mais informações sobre a configuração desses equipamentos na subestação podem ser observadas no ANEXO B – CONSULTAS DE VIABILIDADE DE ESPAÇO. Em Fernão Dias e Poços de Caldas, a recomendação é a entrada de novos bancos de autotransformadores, o quarto e segundo respectivamente.

Tabela 6-1 – Configuração final das transformações

Subestação	Tensão (kV)	Descrição
Bom Jardim	440/88	12 x TF 100 MVA 1Φ (mais fase reserva)
Bom Jardim	440/138	6 x TF 100 MVA 1Φ (mais fase reserva)
Fernão Dias	500/440	12 x ATF 400 MVA 1Φ (mais duas fases reserva, uma para os 3 bancos existentes e outra para o novo banco)
Poços de Caldas	500/345	6 x ATF 200 MVA 1Φ (mais fase reserva)

Por fim, as substituições de alguns equipamentos terminais para liberar a capacidade das LTs 440 kV Ribeirão Preto – Santa Bárbara, Araras – Araraquara C1, C2, Araraquara – Piracicaba e Piracicaba – Santa Bárbara d’Oeste podem ser realizadas o quanto antes, uma vez que a capacidade reduzida pode resultar em limitações para a entrada de novos consumidores livres na região.

7 ANÁLISE DO DESEMPENHO EM REGIME PERMANENTE

Esta seção apresenta os resultados das análises de regime permanente, tomando-se como referência as capacidades de curta duração das instalações para contingências simples.

Resultado das análises

Como pode ser observado nas tabelas Tabela 7-1 e Tabela 7-2, a solução recomendada resolve as violações encontradas nas duas transformações da SE Bom Jardim e na transformação de Fernão Dias, sendo que neste último, existe uma indicação no final do horizonte de um carregamento elevado na contingência de uma unidade da transformação. Ao reforçar a transformação 440/138 kV de Bom Jardim, o carregamento da DIT e da fronteira de Atibaia II também melhoram.

Tabela 7-1 – Desempenho elétrico após solução – Condição normal

LINHAS E TRAFOS	NC LIM.	2027	2028	2029	2030	2032	2034	2036	2038
		MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %	MW Mvar %
BJARDI-SP440	1	159 22	164 25	168 28	173 31	177 33	181 37	186 39	190 40
BJARDI-SP088	300	53%	56%	57%	59%	61%	64%	65%	67%
BJARDI-SP440	2	159 22	164 25	168 28	173 31	177 33	181 37	186 39	190 40
BJARDI-SP088	300	53%	56%	57%	59%	61%	64%	65%	67%
BJARDI-SP440	3	159 22	164 25	168 28	173 31	177 33	181 37	186 39	190 40
BJARDI-SP088	300	53%	56%	57%	59%	61%	64%	65%	67%
BJARDI-SP440	4	159 22	164 25	168 28	173 31	177 33	181 37	186 39	190 40
BJARDI-SP088	300	53%	56%	57%	59%	61%	64%	65%	67%
BJARDI-SP440	1	66 -40	107 -15	114 -16	116 -15	121 -13	126 -10	133 -9	135 -22
B.JARD-SP138	300	26%	36%	39%	40%	41%	43%	46%	47%
BJARDI-SP440	2	66 -40	107 -15	114 -16	116 -15	121 -13	126 -10	133 -9	135 -22
B.JARD-SP138	300	26%	36%	39%	40%	41%	43%	46%	47%
ATIBA2-SP345	1	232 58	249 64	255 36	262 -9	271 2	285 16	305 62	326 110
ATIBA2-SP138	400	61%	65%	65%	66%	68%	72%	79%	90%
F.DIAS-SP500	1	946 72	847 115	899 122	913 153	929 122	973 152	1031 185	1033 218
F.DIAS-SP440	1200	76%	69%	74%	76%	77%	80%	88%	88%
F.DIAS-SP500	2	946 72	847 115	899 122	913 153	929 122	973 152	1031 185	1033 218
F.DIAS-SP440	1200	76%	69%	74%	76%	77%	80%	88%	88%
F.DIAS-SP500	3	946 72	847 115	899 122	913 153	929 122	973 152	1031 185	1033 218
F.DIAS-SP440	1200	76%	69%	74%	76%	77%	80%	88%	88%
POCOS--MG345	1	-432 100	-378 135	-392 7	-408 3	-402 55	-430 75	-410 -181	-427 -231
POCOS3-MG000	600	76%	69%	67%	69%	69%	74%	77%	81%
ITATIB-SP500	1	272 100	275 90	289 94	302 98	316 106	327 115	339 123	360 154
ITATIB-SP138	400	70%	70%	74%	77%	82%	85%	89%	98%
ITATIB-SP500	2	272 100	275 90	289 94	302 98	316 106	327 115	339 123	360 154
ITATIB-SP138	400	70%	70%	74%	77%	82%	85%	89%	98%
ITATIB-SP500	3	272 100	275 90	289 94	302 98	316 106	327 115	339 123	360 154
ITATIB-SP138	400	70%	70%	74%	77%	82%	85%	89%	98%

Tabela 7-2 – Desempenho elétrico– Condição de emergência

CONTINGÊNCIA	LINHAS E TRAFOS	NC LIM.	2027	2028	2029	2030	2032	2034	2036	2038
			MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar	MW Mvar
			%	%	%	%	%	%	%	%
ATF 088/440 BJARDI-SP - BJARDI - 1	BJARDI-SP440	2	213 35	219 39	224 43	231 48	236 52	242 57	248 60	254 63
	BJARDI-SP088	360	59%	62%	64%	66%	68%	71%	73%	76%
	BJARDI-SP440	3	213 35	219 39	224 43	231 48	236 52	242 57	248 60	254 63
	BJARDI-SP088	304	70%	74%	76%	79%	81%	84%	86%	89%
ATF 088/440 BJARDI-SP - BJARDI - 2	BJARDI-SP440	1	213 35	219 39	224 43	231 48	236 52	242 57	248 60	254 63
	BJARDI-SP088	304	70%	74%	76%	79%	81%	84%	86%	89%
	BJARDI-SP440	3	213 35	219 39	224 43	231 48	236 52	242 57	248 60	254 63
	BJARDI-SP088	304	70%	74%	76%	79%	81%	84%	86%	89%
LT BJARDI- SP440 --- CABREU-SP440 - 1	BJARDI-SP440	1	101 -43	141 -17	149 -18	150 -16	156 -14	163 -11	171 -9	178 -19
	B.JARD-SP138	360	30%	40%	42%	43%	44%	47%	49%	52%
	BJARDI-SP440	2	101 -43	141 -17	149 -18	150 -16	156 -14	163 -11	171 -9	178 -19
	B.JARD-SP138	360	30%	40%	42%	43%	44%	47%	49%	52%
LT ATIBA2- SP138 --- BRAGA1-SP138 - 1	D#2CZC-SP138	1	76 25	93 23	95 2	99 4	102 9	107 13	110 18	122 48
	BRAGA1-SP138	163	49%	58%	58%	60%	63%	66%	68%	80%
	D#2CZC-SP138	1	-83 -25	-99 -24	-102 -3	-105 -5	-109 -9	-114 -14	-116 -19	-129 -49
	ATIBA2-SP138	163	53%	63%	62%	64%	67%	70%	72%	83%
	BJARDI-SP440	1	72 -34	114 -8	121 -11	123 -10	129 -6	134 -3	140 -1	143 -10
	B.JARD-SP138	360	22%	32%	34%	35%	36%	38%	40%	41%
	BJARDI-SP440	2	72 -34	114 -8	121 -11	123 -10	129 -6	134 -3	140 -1	143 -10
	B.JARD-SP138	360	22%	32%	34%	35%	36%	38%	40%	41%
ATF 138/440 B.JARD-SP - BJARDI - 1	D#2CZC-SP138	1	55 18	70 16	72 2	75 3	77 6	81 9	83 12	90 33
	BRAGA1-SP138	163	36%	44%	44%	45%	47%	50%	51%	58%
	D#1CZC-SP138	2	52 17	67 15	69 0	72 2	74 5	78 8	80 11	88 32
	BRAGA1-SP138	163	33%	42%	42%	44%	45%	48%	49%	56%
	D#2CZC-SP138	1	-55 -17	-70 -16	-73 -1	-75 -2	-78 -5	-81 -8	-83 -11	-91 -32
	ATIBA2-SP138	163	36%	44%	44%	45%	47%	50%	51%	58%
	D#1CZC-SP138	2	-59 -18	-73 -17	-76 -2	-78 -3	-81 -6	-84 -9	-86 -12	-94 -33
	ATIBA2-SP138	163	37%	45%	46%	47%	49%	52%	53%	60%
ATF 345/138 ATIBA2-SP - ATIBA2 - 1	ATIBA2-SP345	1	240 58	262 64	270 37	277 -9	287 2	302 17	323 63	344 111
	ATIBA2-SP138	520	48%	53%	53%	53%	55%	58%	64%	73%
	BJARDI-SP440	2	115 -74	184 -18	196 -20	199 -17	208 -11	215 -5	226 -3	230 -28
	B.JARD-SP138	360	38%	52%	55%	56%	59%	62%	65%	67%
ATF 500/440 F.DIAS-SP - F.DIAS - 1	BJARDI-SP440	1	99 -21	142 7	150 2	154 -3	160 2	166 9	176 19	179 16
	B.JARD-SP138	360	28%	40%	42%	43%	45%	48%	51%	52%
	BJARDI-SP440	2	99 -21	142 7	150 2	154 -3	160 2	166 9	176 19	179 16
	B.JARD-SP138	360	28%	40%	42%	43%	45%	48%	51%	52%
ATF 500/440 F.DIAS-SP - F.DIAS - 1	F.DIAS-SP500	2	1265 132	1061 169	1127 181	1145 224	1165 183	1220 225	1296 281	1297 322
	F.DIAS-SP440	1440	85%	72%	77%	80%	80%	84%	93%	93%
	F.DIAS-SP500	3	1265 132	1061 169	1127 181	1145 224	1165 183	1220 225	1296 281	1297 322
	F.DIAS-SP440	1440	85%	72%	77%	80%	80%	84%	93%	93%

CONTINGÊNCIA	LINHAS E TRAFOS	NC LIM.	2027		2028		2029		2030		2032		2034		2036		2038	
			MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar
			% %		% %		% %		% %		% %		% %		% %		% %	
LT POCOS-- MG500 --- ITAJU3-MG500 - 1	POCOS--MG345	1	-545	105	-445	138	-460	9	-477	4	-488	54	-524	74	-494	-156	-520	-145
	POCOS3-MG000	720	79%		67%		65%		68%		70%		75%		74%		75%	
ATF 500/345 POÇOS--SP - 2	POCOS--MG345	1			-559	155	-578	-0	-601	-10	-597	96	-640	137	-591	-259	-624	-255
	POCOS3-MG000	720			83%		82%		85%		86%		92%		93%		94%	

Os carregamentos das LT de 440 kV não sofrem muitas alterações com a ampliação da transformação de Fernão Dias e o aumento de suas capacidades comporta o fluxo identificado no diagnóstico.

O carregamento elevado no fim do horizonte em Fernão Dias vai ser avaliado na Parte 2 do presente estudo.

8 ANÁLISE DE CURTO-CIRCUITO

8.1 Avaliação inicial

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 2027, sem e com a solução recomendada nessa primeira parte. Para facilitar a apresentação, o quarto transformador de Fernão Dias e o segundo de Poços de Caldas também foram considerados em 2027 para essa avaliação.

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 PARPEL 2024 do ONS, Ciclo 2025-2029 [6].

Tabela 8-1 – Níveis de Curto-Circuito Máximo (kA)

Identificação		2027 sem obras			2027 com obras			Disjuntor (kA)
Subestação	Tensão	3Φ (kA)	1Φ (kA)	2Φ (kA)	3Φ (kA)	1Φ (kA)	2Φ (kA)	
BOM JARDIM	440	28,86	21,97	27,61	29,97	22,57	28,63	31,30
BOM JARDIM	138	18,64	11,35	16,63	29,76	22,57	27,46	30,00
BOM JARDIM	88	34,74	31,48	33,83	43,56	38,92	42,80	31,50
FERNÃO DIAS	500	31,95	24,86	30,25	32,78	25,65	31,09	50,00
FERNÃO DIAS	440	33,31	26,82	31,91	34,82	28,13	33,34	50,00
POÇOS DE CALDAS	500	16,97	11,88	15,68	19,26	13,69	17,81	31,5
POÇOS DE CALDAS	345	28,61	23,63	27,07	31,28	24,91	29,37	40,0

A Tabela 8-1 apresenta resultados da análise de mínimo disjuntor com a evolução da corrente de curto-circuito e indica a necessidade de substituição de disjuntores no 88 kV de Bom Jardim, mesmo antes da solução proposta que tem potencial para elevar a corrente de curto-circuito. No 138 kV de Bom Jardim, a ampliação da transformação eleva consideravelmente o nível de curto, mas ainda não ocorre superação. Para os disjuntores de 440 kV de Bom Jardim, o efeito desses reforços é pequeno, também sem previsão de superação no momento. Já em Fernão Dias e Poços de Caldas, não são observados níveis elevados antes e depois da recomendação.

8.2 Controle do nível de curto-circuito de Bom Jardim

Considerando o aumento visto da corrente no setor de 88 kV; prevendo que uma solução da parte dois deste estudo poderia elevar ainda mais o nível de curto-circuito; e tendo como meta não ultrapassar uma corrente de 40 kA, foi realizada uma avaliação da transformação 440/88 kV utilizando

transformadores com uma impedância maior que o padrão, que seria 14% na base do transformador. Ao utilizar uma impedância especial de 20% (base própria) por banco de transformador é possível reduzir o curto-circuito trifásico em 2027 para 31,2 kA um valor menor que o atual.

8.3 Recomendação

A recomendação neste estudo é considerar uma impedância mínima de 20% na base dos transformadores 440/88 kV de Bom Jardim, a substituição de disjuntores para uma capacidade mínima de 40 kA no setor de 88 kV e seguir com o monitoramento nos outros setores de Bom Jardim.

9 REFERÊNCIAS

- [1] EPE, “EPE-DEE-NT-029/2023-rev0 – Ampliação da SE Campinas 345/138 kV,” 2023.
- [2] CCPE, “Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão dos Sistemas de Transmissão,” 01 11 2002. [Online]. Available: <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>. [Acesso em 21 04 2021].
- [3] ONS, “Premissas, Critérios e Metodologia para Estudos Elétricos - Submódulo 2.3,” 2022. [Online]. Available: <https://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-ons/procedimentos-de-rede/vigentes>.
- [4] ANEEL, “Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST,” 2022. [Online]. Available: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/procedimentos-regulatorios/prodist>. [Acesso em 14 08 2023].
- [5] EPE, “PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA 2032,” EPE, 2022. [Online]. Available: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-490/PDE%202030_RevisaoPosCP_rv2.pdf.
- [6] ONS, “PARPEL 2024 - Ciclo 2025-2029 - Casos de Referência de Curto-Circuito,” [Online]. Available: <https://sintegre.ons.org.br>.

10 EQUIPE TÉCNICA

EPE

- Análises Elétricas (STE)
 - Daniel José Tavares de Souza
 - Paulo Fernando de Matos Araujo

11 FICHAS PET/PELP

INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE REDE BÁSICA

Sistema Interligado da Região SUDESTE

Empreendimento:

SE 440/88 kV BOM JARDIM (AMPLIAÇÃO/ADEQUAÇÃO)

UF: **SP**

DATA DE NECESSIDADE: **Jan/2027**

PRAZO DE EXECUÇÃO: **48 meses**

Justificativa:

Atendimento ao N-1

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

1º, 2º, 3º e 4º TF 440/88 kV, (12+1R) x 100 MVA 1Φ	155.823,07
1 CT (Conexão de Transformador) 440 kV, Arranjo DJM	13.459,41
1 CT (Conexão de Transformador) 88 kV, Arranjo BD4	6.218,84
MIM - 88 kV	691,10

Total de Investimentos Previstos:

176.192,42

Situação atual:

Observações:

Substituição dos 3 bancos de transformadores 440/88 kV, do banco de transformador 440/138 kV e da fase reserva por novas unidades com impedância especial (20% na base do equipamento)

Conexão do quarto transformador em 88 kV feita por cabo isolado de cerca de 350 metros.

Novas bases e fundações deverão ser feitas devido ao aumento do tamanho dos trafos 440/88 kV

Documentos de referência:

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

INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE REDE BÁSICA

Sistema Interligado da Região SUDESTE

Empreendimento:

SE 440/138 kV BOM JARDIM (AMPLIAÇÃO/ADEQUAÇÃO)

UF: **SP**

DATA DE NECESSIDADE: **Jan/2027**

PRAZO DE EXECUÇÃO: **48 meses**

Justificativa:

Atendimento ao N-1

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

2° TF 440/138 kV, 3 x 100 MVA 1Φ	33.838,26
2 CT (Conexão de Transformador) 440 kV, Arranjo DJM	28.936,32
2 CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BD4	13.419,80
1 IB (Interligação de Barras) 440 kV, Arranjo DJM	13.923,13

Total de Investimentos Previstos:

90.117,51

Situação atual:

Observações:

O 1º banco de transformadores 440/138 kV e a fase reserva desta transformação serão compostos pelas atuais fases do TR-3 e da fase azul do TR-4 (reliáveis em 138-88kV) que serão realocados para outra área da subestação.

Conexão dos dois transformadores em 138 kV feita por cabos isolados de cerca de 600 metros.

Documentos de referência:

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

INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE REDE BÁSICA

Sistema Interligado da Região SUDESTE

Empreendimento:	UF: SP
SE 500/440 kV FERNÃO DIAS (AMPLIAÇÃO/ADEQUAÇÃO)	DATA DE NECESSIDADE: Jan/2027
	PRAZO DE EXECUÇÃO: 48 meses

Justificativa:

Atendimento ao N-1

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

4° ATF 500/440 kV, (3 + 1R) x 400 MVA 1Φ	69.652,60
1 CT (Conexão de Transformador) 500 kV, Arranjo DJM	14.468,16
1 CT (Conexão de Transformador) 440 kV, Arranjo DJM	14.468,16
1 IB (Interligação de Barras) 500 kV, Arranjo DJM	13.923,13
1 IB (Interligação de Barras) 440 kV, Arranjo DJM	13.923,13
MIM - 500 kV	8.726,92
MIM - 440 kV	8.726,92
MIG (Terreno Rural)	21.493,19

Total de Investimentos Previstos: 165.382,21

Situação atual:

Observações:

Documentos de referência:

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

INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE REDE BÁSICA

Sistema Interligado da Região SUDESTE

Empreendimento:	UF: MG
SE 500/345 kV POÇOS DE CALDAS (AMPLIAÇÃO/ADEQUAÇÃO)	DATA DE NECESSIDADE: Jan/2027
	PRAZO DE EXECUÇÃO: 48 meses

Justificativa:

Atendimento ao N-1

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

2° ATF 500/345 kV, 3 x 200 MVA 1Φ	39.689,40
1 CT (Conexão de Transformador) 500 kV, Arranjo AN	14.468,16
1 IB (Interligação de Barras) 500 kV, Arranjo AN	13.923,13
1 CT (Conexão de Transformador) 345 kV, Arranjo BD5	12.319,26
MIM - 500 kV	8.726,92
MIM - 345 kV	3.240,81

Total de Investimentos Previstos: **92.367,68**

Situação atual:

Observações:

Documentos de referência:

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

ANEXO A – Tabelas com desempenho do Diagnóstico e da Solução

Nesta seção são apresentadas as tabelas das seções 5 e 7 com todos os anos do horizonte

Tabela A-1– Desempenho elétrico – Condição normal (todos os anos)

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 %
BJARDI-SP440 BJARDI-SP088	1 300	213 35 71%	219 39 75%	224 43 77%	231 48 80%	234 50 81%	236 52 82%	239 54 83%	242 57 86%	245 59 86%	248 61 87%	251 64 90%	254 63 91%
BJARDI-SP440 BJARDI-SP088	2 300	213 35 71%	219 39 75%	224 43 77%	231 48 80%	234 50 81%	236 52 82%	239 54 83%	242 57 86%	245 59 86%	248 61 87%	251 64 90%	254 63 91%
BJARDI-SP440 BJARDI-SP088	3 300	213 35 71%	219 39 75%	224 43 77%	231 48 80%	234 50 81%	236 52 82%	239 54 83%	242 57 86%	245 59 86%	248 61 87%	251 64 90%	254 63 91%
BJARDI-SP440 B.JARD-SP138	1 150	90 -66 74%	142 -5 95%	151 -5 102%	153 -1 103%	156 2 105%	159 5 108%	162 9 111%	164 12 113%	168 14 116%	173 15 119%	174 22 122%	176 -10 123%
ATIBA2-SP345 ATIBA2-SP138	1 400	251 58 65%	282 65 74%	291 39 74%	298 -6 75%	302 -2 76%	309 5 77%	315 11 79%	326 20 82%	337 39 85%	348 66 90%	358 72 95%	370 115 101%
F.DIAS-SP500 F.DIAS-SP440	1 1200	946 72 76%	1061 169 87%	1127 181 93%	1145 224 96%	1163 238 98%	1165 183 97%	1192 198 99%	1220 225 101%	1262 257 106%	1274 369 117%	1305 271 109%	1297 322 111%
F.DIAS-SP500 F.DIAS-SP440	2 1200	946 72 76%	1061 169 87%	1127 181 93%	1145 224 96%	1163 238 98%	1165 183 97%	1192 198 99%	1220 225 101%	1262 257 106%	1274 369 117%	1305 271 109%	1297 322 111%
F.DIAS-SP500 F.DIAS-SP440	3 1200	946 72 76%	1061 169 87%	1127 181 93%	1145 224 96%	1163 238 98%	1165 183 97%	1192 198 99%	1220 225 101%	1262 257 106%	1274 369 117%	1305 271 109%	1297 322 111%
R.PRET-SP440 S.BARB-SP440	1 1524	958 13 61%	1208 73 79%	1281 99 84%	1277 117 83%	1297 162 85%	1298 170 86%	1319 201 87%	1344 233 89%	1362 219 91%	1353 189 96%	1388 252 94%	1408 181 95%
POCOS--MG345 POCOS3-MG000	1 600	-432 100 76%	-559 155 100%	-578 -0 98%	-601 -10 102%	-619 -3 105%	-597 96 103%	-618 126 107%	-640 137 111%	-639 18 109%	-591 -259 112%	-652 36 112%	-624 -255 113%
ITATIB-SP500 ITATIB-SP138	1 400	272 100 70%	275 90 70%	288 94 74%	302 98 77%	310 102 80%	316 106 82%	321 110 83%	327 115 85%	333 117 87%	339 123 89%	348 137 93%	360 154 98%
ITATIB-SP500 ITATIB-SP138	2 400	272 100 70%	275 90 70%	288 94 74%	302 98 77%	310 102 80%	316 106 82%	321 110 83%	327 115 85%	333 117 87%	339 123 89%	348 137 93%	360 154 98%
ITATIB-SP500 ITATIB-SP138	3 400	272 100 70%	275 90 70%	288 94 74%	302 98 77%	310 102 80%	316 106 82%	321 110 83%	327 115 85%	333 117 87%	339 123 89%	348 137 93%	360 154 98%

Tabela A-2– Desempenho elétrico – Condição de emergência (todos os anos)

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 088/440 BJARDI-SP - BJARDI - 1	BJARDI-SP440	2	319	69	328	77	337	84	347	93	351	97	355	101	359	105	363	110	367	114	372	117	376	125	381	123
	BJARDI-SP088	360	90%		94%		98%		101%		103%		104%		106%		109%		110%		112%		116%		116%	
	BJARDI-SP440	3	319	69	328	77	337	84	347	93	351	97	355	101	359	105	363	110	367	114	372	117	376	125	381	123
	BJARDI-SP088	304	107%		112%		115%		120%		121%		124%		126%		129%		131%		132%		137%		138%	
ATF 088/440 BJARDI-SP - BJARDI - 2	BJARDI-SP440	1	319	69	328	77	337	84	347	93	351	97	355	101	359	105	363	110	367	114	372	117	376	125	381	123
	BJARDI-SP088	304	107%		112%		115%		120%		121%		124%		126%		129%		131%		132%		137%		138%	
	BJARDI-SP440	3	319	69	328	77	337	84	347	93	351	97	355	101	359	105	363	110	367	114	372	117	376	125	381	123
	BJARDI-SP088	304	107%		112%		115%		120%		121%		124%		126%		129%		131%		132%		137%		138%	
LT BJARDI-SP440 --- CABREU-SP440 - 1	BJARDI-SP440	1	138	-66	188	-2	197	-1	198	3	201	6	206	10	209	14	212	18	216	21	222	23	225	30		
	B.JARD-SP138	180	84%		105%		111%		112%		113%		117%		119%		122%		125%		128%		133%		NC	
LT ATIBA2-SP138 --- BRAGA1-SP138 - 1	D#2CZC-SP138	1	103	17	138	12	144	-9	148	-7	151	-6	155	-3	157	-1	163	0	167	3	168	5	175	7	182	35
	BRAGA1-SP138	163	64%		85%		88%		91%		93%		94%		96%		100%		102%		103%		108%		112%	
	D#2CZC-SP138	1	-109	-18	-144	-13	-150	9	-155	7	-157	5	-161	3	-164	0	-169	-1	-173	-3	-175	-6	-182	-8	-188	-35
	ATIBA2-SP138	163	68%		89%		92%		95%		96%		99%		101%		104%		106%		107%		112%		117%	
	BJARDI-SP440	1	100	-53	154	14	165	10	167	15	170	18	173	23	176	28	178	33	183	36	187	38	188	47	190	20
	B.JARD-SP138	180	62%		87%		93%		94%		97%		99%		101%		104%		107%		109%		113%		111%	
ATF 138/440 B.JARD-SP - BJARDI - 1	D#2CZC-SP138	1	96	-15	138	19	145	6	149	9	151	12	155	16	158	19	162	22	166	25	168	28	172	31	175	33
	BRAGA1-SP138	163	59%		85%		89%		91%		93%		96%		98%		101%		103%		105%		109%		110%	
	D#1CZC-SP138	2	93	-16	135	18	142	5	146	8	148	11	152	15	155	18	159	21	163	24	165	26	169	30	172	32
	BRAGA1-SP138	163	57%		83%		87%		90%		91%		94%		96%		99%		101%		103%		107%		108%	
	D#2CZC-SP138	1	-96	15	-138	-18	-145	-5	-149	-9	-152	-11	-155	-15	-158	-19	-162	-22	-166	-24	-168	-27	-173	-31	-176	-32
	ATIBA2-SP138	163	59%		85%		89%		91%		93%		96%		98%		101%		103%		105%		109%		110%	
	D#1CZC-SP138	2	-99	14	-141	-19	-148	-6	-152	-10	-155	-12	-158	-16	-161	-20	-165	-23	-169	-25	-171	-28	-176	-32	-179	-33
	ATIBA2-SP138	163	61%		87%		91%		93%		95%		98%		100%		102%		106%		107%		111%		112%	
ATF 345/138 ATIBA2-SP - ATIBA2 - 1	ATIBA2-SP345	1	291	14	352	111	366	91	375	50	381	58	390	71	398	82	410	97	424	121	438	153	444	156	449	149
	ATIBA2-SP138	520	56%		73%		74%		74%		75%		77%		79%		83%		87%		93%		96%		96%	
ATF 500/440 F.DIAS-SP - F.DIAS - 1	BJARDI-SP440	1	139	-22	194	57	206	50	210	40	213	46	217	54	221	63	223	73	229	86	235	103	236	118		
	B.JARD-SP138	180	78%		114%		119%		121%		123%		127%		131%		136%		141%		148%		154%		NC	
ATF 500/440 F.DIAS-SP - F.DIAS - 1	F.DIAS-SP500	2	1265	132	1422	284	1512	309	1542	385	1568	412	1562	320	1598	344	1637	387	1696	436	1694	566			1748	556
	F.DIAS-SP440	1440	85%		98%		105%		109%		112%		109%		112%		115%		121%		132%		DIV		128%	
	F.DIAS-SP500	3	1265	132	1422	284	1512	309	1542	385	1568	412	1562	320	1598	344	1637	387	1696	436	1694	566			1748	556
	F.DIAS-SP440	1440	85%		98%		105%		109%		112%		109%		112%		115%		121%		132%		DIV		128%	

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 %
LT ARARAQ-SP440 --- PIRACI-SP440 - 1	R.PRET-SP440	1	1163 40	1409 136	1476 180	1480 214	1509 268	1492 254	1514 291	1535 330	1537 332			1531 378
	S.BARB-SP440	1524	75%	93%	98%	99%	101%	102%	103%	105%	108%	DIV	DIV	112%
LT R.PRET-SP440 --- S.BARB-SP440 - 1	ARARAQ-SP440	1	1339 57	1381 115	1429 133	1501 178	1535 212	1528 212	1541 232	1560 267	1584 299			1687 417
	PIRACI-SP440	1524	87%	90%	93%	98%	101%	102%	103%	105%	106%	NC	NC	111%
LT ARARAQ-SP440 --- ARARAS-SP440 - 1	ARARAQ-SP440	2	1513 310	1524 333	1559 349	1640 406	1684 419	1654 354	1669 329	1704 323	1741 314			1774 620
	ARARAS-SP440	1524	100%	101%	103%	109%	113%	111%	112%	115%	116%	NC	DIV	120%
LT POCOS--MG500 --- ITAJU3-MG500 - 1	POCOS--MG345	1	-545 105	-683 160	-704 3	-728 -11	-750 -11	-752 95	-780 125	-809 134	-797 16	-745 -231		-785 -211
	POCOS3-MG000	728	79%	101%	100%	103%	106%	108%	112%	116%	113%	113%	NC	114%
ATF 500/138 ITATIB-SP - ITATIB - 1	ITATIB-SP500	2	379 166	383 150	401 156	420 163	432 170	441 177	448 184	457 192	464 195	473 205	486 228	504 256
	ITATIB-SP138	480	84%	83%	87%	91%	95%	97%	99%	102%	103%	105%	111%	119%
	ITATIB-SP500	3	379 166	383 150	401 156	420 163	432 170	441 177	448 184	457 192	464 195	473 205	486 228	504 256
	ITATIB-SP138	480	84%	83%	87%	91%	95%	97%	99%	102%	103%	105%	111%	119%

Tabela A-3– Desempenho elétrico após solução – Condição normal (todos os anos)

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
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%	
BJARDI-SP440	1	159	22	164	25	168	28	173	31	175	32	177	33	179	35	181	37	184	38	186	39	188	41	190	40
BJARDI-SP088	300	53%		56%		57%		59%		60%		61%		62%		64%		64%		65%		67%		67%	
BJARDI-SP440	2	159	22	164	25	168	28	173	31	175	32	177	33	179	35	181	37	184	38	186	39	188	41	190	40
BJARDI-SP088	300	53%		56%		57%		59%		60%		61%		62%		64%		64%		65%		67%		67%	
BJARDI-SP440	3	159	22	164	25	168	28	173	31	175	32	177	33	179	35	181	37	184	38	186	39	188	41	190	40
BJARDI-SP088	300	53%		56%		57%		59%		60%		61%		62%		64%		64%		65%		67%		67%	
BJARDI-SP440	4	159	22	164	25	168	28	173	31	175	32	177	33	179	35	181	37	184	38	186	39	188	41	190	40
BJARDI-SP088	300	53%		56%		57%		59%		60%		61%		62%		64%		64%		65%		67%		67%	
BJARDI-SP440	1	66	-40	107	-15	114	-16	116	-15	119	-14	121	-13	124	-11	126	-10	129	-10	133	-9	135	-7	135	-22
B.JARD-SP138	300	26%		36%		39%		40%		40%		41%		42%		43%		44%		46%		47%		47%	
BJARDI-SP440	2	66	-40	107	-15	114	-16	116	-15	119	-14	121	-13	124	-11	126	-10	129	-10	133	-9	135	-7	135	-22
B.JARD-SP138	300	26%		36%		39%		40%		40%		41%		42%		43%		44%		46%		47%		47%	
ATIBA2-SP345	1	232	58	249	64	255	36	262	-9	265	-5	271	2	276	7	285	16	295	35	305	62	313	67	326	110
ATIBA2-SP138	400	61%		65%		65%		66%		66%		68%		69%		72%		75%		79%		83%		90%	
F.DIAS-SP500	1	946	72	847	115	899	122	913	153	926	161	929	122	951	133	973	152	1006	175	1031	185	1044	209	1033	218
F.DIAS-SP440	1200	76%		69%		74%		76%		77%		77%		78%		80%		84%		88%		88%		88%	
F.DIAS-SP500	2	946	72	847	115	899	122	913	153	926	161	929	122	951	133	973	152	1006	175	1031	185	1044	209	1033	218
F.DIAS-SP440	1200	76%		69%		74%		76%		77%		77%		78%		80%		84%		88%		88%		88%	
F.DIAS-SP500	3	946	72	847	115	899	122	913	153	926	161	929	122	951	133	973	152	1006	175	1031	185	1044	209	1033	218
F.DIAS-SP440	1200	76%		69%		74%		76%		77%		77%		78%		80%		84%		88%		88%		88%	
POCOS--MG345	1	-432	100	-378	135	-392	7	-408	3	-421	8	-402	55	-415	70	-430	75	-433	16	-410	-181	-441	25	-427	-231
POCOS3-MG000	600	76%		69%		67%		69%		72%		69%		72%		74%		74%		77%		76%		81%	

Tabela A-4– Desempenho elétrico após solução – Condição de emergência (todos os anos)


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	MW Mvar
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
ATF 088/440 BJARDI-SP - BJARDI - 1	BJARDI-SP440	2	213 35	219 39	224 43	231 48	234 50	236 52	239 54	242 57	245 59	248 60	251 64	254 63	
	BJARDI-SP088	360	59%	62%	64%	66%	67%	68%	69%	71%	72%	73%	75%	76%	
	BJARDI-SP440	3	213 35	219 39	224 43	231 48	234 50	236 52	239 54	242 57	245 59	248 60	251 64	254 63	
	BJARDI-SP088	304	70%	74%	76%	79%	80%	81%	82%	84%	85%	86%	89%	89%	
ATF 088/440 BJARDI-SP - BJARDI - 2	BJARDI-SP440	1	213 35	219 39	224 43	231 48	234 50	236 52	239 54	242 57	245 59	248 60	251 64	254 63	
	BJARDI-SP088	304	70%	74%	76%	79%	80%	81%	82%	84%	85%	86%	89%	89%	
	BJARDI-SP440	3	213 35	219 39	224 43	231 48	234 50	236 52	239 54	242 57	245 59	248 60	251 64	254 63	
	BJARDI-SP088	304	70%	74%	76%	79%	80%	81%	82%	84%	85%	86%	89%	89%	
LT BJARDI-SP440 --- CABREU-SP440 - 1	BJARDI-SP440	1	101 -43	141 -17	149 -18	150 -16	152 -15	156 -14	159 -12	163 -11	166 -10	171 -9	175 -6	178 -19	
	B.JARD-SP138	360	30%	40%	42%	43%	43%	44%	45%	47%	48%	49%	51%	52%	
	BJARDI-SP440	2	101 -43	141 -17	149 -18	150 -16	152 -15	156 -14	159 -12	163 -11	166 -10	171 -9	175 -6	178 -19	
	B.JARD-SP138	360	30%	40%	42%	43%	43%	44%	45%	47%	48%	49%	51%	52%	
LT ATIBA2-SP138 --- BRAGA1-SP138 - 1	D#2CZC-SP138	1	76 25	93 23	95 2	99 4	100 6	102 9	104 11	107 13	109 15	110 18	114 21	122 48	
	BRAGA1-SP138	163	49%	58%	58%	60%	61%	63%	64%	66%	67%	68%	71%	80%	
	D#2CZC-SP138	1	-83 -25	-99 -24	-102 -3	-105 -5	-107 -6	-109 -9	-110 -12	-114 -14	-116 -16	-116 -19	-121 -21	-129 -49	
	ATIBA2-SP138	163	53%	63%	62%	64%	65%	67%	67%	70%	72%	72%	75%	83%	
	BJARDI-SP440	1	72 -34	114 -8	121 -11	123 -10	126 -8	129 -6	131 -5	134 -3	137 -2	140 -1	143 2	143 -10	
	B.JARD-SP138	360	22%	32%	34%	35%	36%	36%	37%	38%	39%	40%	42%	41%	
	BJARDI-SP440	2	72 -34	114 -8	121 -11	123 -10	126 -8	129 -6	131 -5	134 -3	137 -2	140 -1	143 2	143 -10	
	B.JARD-SP138	360	22%	32%	34%	35%	36%	36%	37%	38%	39%	40%	42%	41%	

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	MW Mvar
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
ATF 138/440 B.JARD-SP - BJARDI - 1	D#2CZC-SP138	1	55 18	70 16	72 2	75 3	76 4	77 6	78 8	81 9	83 10	83 12	86 14	90 33	
	BRAGA1-SP138	163	36%	44%	44%	45%	46%	47%	48%	50%	51%	51%	53%	58%	
	D#1CZC-SP138	2	52 17	67 15	69 0	72 2	73 3	74 5	75 7	78 8	80 9	80 11	83 13	88 32	
	BRAGA1-SP138	163	33%	42%	42%	44%	44%	45%	46%	48%	49%	49%	52%	56%	
	D#2CZC-SP138	1	-55 -17	-70 -16	-73 -1	-75 -2	-76 -3	-78 -5	-79 -7	-81 -8	-83 -10	-83 -11	-87 -13	-91 -32	
	ATIBA2-SP138	163	36%	44%	44%	45%	46%	47%	48%	50%	51%	51%	53%	58%	
	D#1CZC-SP138	2	-59 -18	-73 -17	-76 -2	-78 -3	-79 -4	-81 -6	-82 -8	-84 -9	-86 -11	-86 -12	-90 -14	-94 -33	
	ATIBA2-SP138	163	37%	45%	46%	47%	48%	49%	50%	52%	53%	53%	55%	60%	
	ATIBA2-SP345	1	240 58	262 64	270 37	277 -9	281 -5	287 2	292 8	302 17	312 36	323 63	331 68	344 111	
	ATIBA2-SP138	520	48%	53%	53%	53%	54%	55%	56%	58%	61%	64%	68%	73%	
	BJARDI-SP440	2	115 -74	184 -18	196 -20	199 -17	203 -14	208 -11	212 -8	215 -5	221 -4	226 -3	230 2	230 -28	
	B.JARD-SP138	360	38%	52%	55%	56%	57%	59%	60%	62%	63%	65%	67%	67%	
ATF 345/138 ATIBA2-SP - ATIBA2 - 1	BJARDI-SP440	1	99 -21	142 7	150 2	154 -3	156 -1	160 2	163 5	166 9	171 14	176 19	179 24	179 16	
	B.JARD-SP138	360	28%	40%	42%	43%	44%	45%	46%	48%	49%	51%	53%	52%	
	BJARDI-SP440	2	99 -21	142 7	150 2	154 -3	156 -1	160 2	163 5	166 9	171 14	176 19	179 24	179 16	
	B.JARD-SP138	360	28%	40%	42%	43%	44%	45%	46%	48%	49%	51%	53%	52%	
ATF 500/440 F.DIAS-SP - F.DIAS - 1	F.DIAS-SP500	2	1265 132	1061 169	1127 181	1145 224	1163 238	1165 183	1192 198	1220 225	1262 257	1296 281	1310 311	1297 322	
	F.DIAS-SP440	1440	85%	72%	77%	80%	81%	80%	82%	84%	89%	93%	93%	93%	
	F.DIAS-SP500	3	1265 132	1061 169	1127 181	1145 224	1163 238	1165 183	1192 198	1220 225	1262 257	1296 281	1310 311	1297 322	
	F.DIAS-SP440	1440	85%	72%	77%	80%	81%	80%	82%	84%	89%	93%	93%	93%	
ATF 500/345 POÇOS--SP - 2	POCOS--MG345	1		-559 155	-578 -0	-601 -10	-619 -3	-597 96	-618 127	-640 137	-639 18	-591 -259	-649 23	-624 -255	
	POCOS3-MG000	720		83%	82%	85%	88%	86%	89%	92%	91%	93%	93%	94%	

ANEXO B – CONSULTAS DE VIABILIDADE DE ESPAÇO

1) Bom Jardim

Consulta

	Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações	Data: 03/10/2023
		Revisão:
		Página: 1 - 5

INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)

ESTUDO: Atendimento à região de Campinas, Bom Jardim e Itatiba

ALTERNATIVA DE PLANEJAMENTO

Subestação: Bom Jardim

Concessionária Proprietária: CTEEP

1. Módulos de Manobra

CT Quantidade: 3* Tensão Prim./Sec./Ter (kV) 440/88 Arranjo Prim.: DJM Sec.: BD5 Ter: _____

CT Quantidade: 1** Tensão Prim./Sec./Ter (kV) 440/138 Arranjo Prim.: DJM Sec.: BD5 Ter: _____

2. Módulos de Equipamentos

Transformadores Quantidade: 10* Potência (MVA): 133,33 Tensão Prim./Sec. (kV) 440/88 Fase: 1

Transformadores Quantidade: 3** Potência (MVA): 50 Tensão Prim./Sec. (kV) 440/138 Fase: 1

* Consulta sobre a transformação 440/88 kV se trata da substituição dos 3 bancos de transformadores de 300/360 MVA existentes por 3 x 400/480 MVA e uma fase reserva.

** Na transformação 440/138 kV a consulta é sobre a viabilidade de adicionar um novo banco de transformadores com a mesma capacidade do atual, 150/180 MVA. Se tratando de um arranjo em DJM no lado de 440 kV, favor indicar se for necessário incluir uma nova IB para adicionar o banco de transformadores.

3. Diagrama da Subestação

A diagrama da subestação em análise está no anexo.



Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 03/10/2023

Revisão:

Página: 2 - 5

RESPOSTA ÀS INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDA PELA PROPRIETÁRIA DA INSTALAÇÃO)

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

1. Módulos de Manobra

- CT Quantidade: 3 Tensão Prim/Sec/Ter (kV) 440/88 Arranjo Prim.: DJ Sec.: BD5 Ter: _____
- CT Quantidade: 1 Tensão Prim/Sec/Ter (kV) 440/138 Arranjo Prim.: DJ Sec.: BD5 Ter: _____
- IB Quantidade: 1 Tensão (kV): 440 Arranjo: DJ

2. Módulos de Equipamentos

- Transformadores Quantidade: 10 Potência (MVA):133,33 Tensão Prim./Sec. (kV) 440/88 Fase: 1
- Transformadores Quantidade: 3 Potência (MVA): 50 Tensão Prim./Sec. (kV) 440/138 Fase: 1

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

3. Módulo de Infraestrutura Geral

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



Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 03/10/2023

Revisão:

Página: 3 - 5

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

4. Outros

Há necessidade de adequação do arranjo?

Sim Equipamentos Necessários: _____

Não _____

5. Observações

VER PARECER DA CONSULTA e CONCLUSÕES DA CONSULTA – PÁG. 5-5

03/10/2023

Data da Solicitação

Thiago de Faria Rocha

Assinado de forma digital por

Dourado Martins

Thiago de Faria Rocha Dourado Martins
Dados: 2023.10.04 09:39:46 -03'00'

Thiago Dourado Martins

Superintendente de Transmissão de Energia

STE/DEE/EPE

01/11/2023

Data da Entrega do Formulário

✓ Adriano Ramos Campos

Assinatura do Responsável pelas Informações Solicitadas

Nome: Adriano Ramos Campos

Cargo: Engenheiro SR Expansão e Estudos



Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 03/10/2023

Revisão:

Página: 5 - 5

PARECER DAS CONSULTAS

Consulta 1: Substituição transformadores 440/88 kV

- ✓ Considerando as dimensões e características dos transformadores de 133MVA, a área disponível atual não possibilita ao atendimento do pleito da substituição de (9+1R) de 300/360 MVA para 400/480 MVA;
- ✓ Os parâmetros das dimensões foram baseados nos últimos equipamentos adquiridos com potência de 133,33MVA.

Consulta 2: Instalação transformadores 440/138 kV

- ✓ Há necessidade de ampliação da área energizada e barramento auxiliar no setor de 440kV;
- ✓ Os transformadores devem ser instalados ao lado do banco de transformadores existente;
- ✓ Necessário utilização de cabo isolado em 440kV entre o módulo DJM e o banco de transformadores;
- ✓ Estudos necessários devem ser verificados (exemplo: Fluxo de corrente nas barras da subestação).



Figura 1 - Subestação Bom Jardim – Setor de 440kV

CONCLUSÕES DA CONSULTA

Consulta 1: Substituição transformadores 440/88 kV

- ✓ Inviável substituição devido restrição de espaço para atender transformadores de maior potência da atual;
- ✓ Alternativa de propor junto aos fornecedores estudo de construção de transformadores com dimensões reduzidas que possam ser instalados na área disponível. Entretanto, terá que ser avaliado o prazo de entrega dos estudos frente a necessidade de avanço nas recomendações de expansão na SE Bom Jardim, bem como trabalhar com a hipótese de inviabilidade construtiva dos transformadores.

Consulta 2: Instalação transformadores 440/138 kV

- ✓ Viável fisicamente a instalação de novo trafo 440/138 kV, seguindo as recomendações do item de consulta.

Viabilidade da solução proposta



Instalação de 2 bancos de 440/138kV de até 300MVA e fase reserva próximo ao setor de 440kV

Encaminhamento para o setor de 138kV através de cabos isolados

O TR1 440/138kV que está em fim de vida útil deverá ser substituído por 440kV/88kV

O Encaminhamento dos cabos de 88kV deverá ser feito por cabos isolados

Deverá ser rodado novos estudos de Fluxo de Potência nas Barras e troca dos cabos caso seja superada.

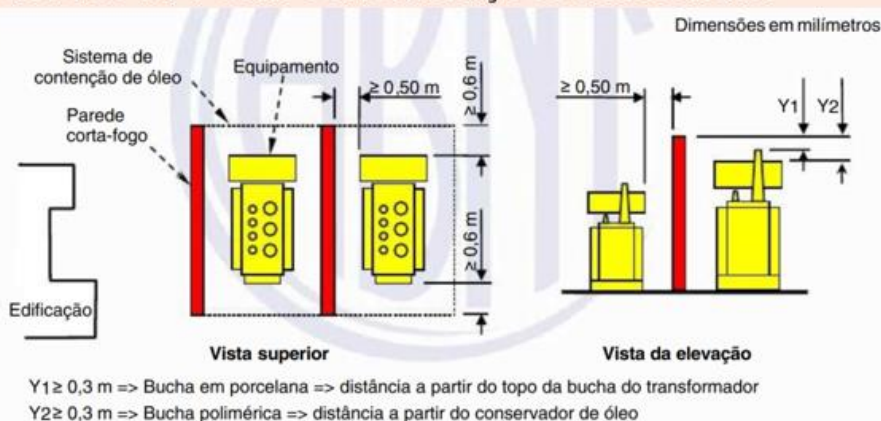
Haverá necessidade de reforço na Malha Terra.

Verificar posteriormente a necessidade de troca dos equipamentos do bay existente de 138kV ao qual será conectado o banco novo.

Considerações para os transformadores com impedância elevada




- Considerando o espaço atual, dimensões dos novos trafos 440/88kV: 13 TRs (12+R) x 100 MVA 1Φ (com impedância mínima definida de 20%) e cumprimento da legislação vigente (NBR 13231) é **viável a implantação dos equipamentos recomendados na configuração proposta de solução com trafos SEM ser religável 88/138 kV;**
- Novas bases e fundações deverão ser feitas devido ao aumento do tamanho dos trafos 440/88 kV;
- 440/138 kV : sem considerações adicionais.



2) Fernão Dias

Consulta

	Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações	Data: 15/07/2024
		Revisão:
		Página: 1 - 3

INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)

ESTUDO: Expansão das Interligações RegionaisALTERNATIVA DE PLANEJAMENTOSubestação: Fernão DiasConcessionária Proprietária: SGT - MATA DE SANTA GENEBRA TRANSMISSAO

1. Módulos de Manobra

- IB Quantidade: 1* Tensão (kV): 500 Arranjo: DJM
- IB Quantidade: 1* Tensão (kV): 440 Arranjo: DJM
- CT Quantidade: 1 Tensão (kV): 500 Arranjo: DJM
- CT Quantidade: 1 Tensão (kV): 440 Arranjo: DJM

* Favor informar quantos IBs serão efetivamente necessários para realizar o reforço solicitado.

2. Módulos de Equipamentos

- Autotransformadores Quantidade: 3 Potência (MVA): 400 Tensão Prim./Sec. (kV) 500/440 Fase: 1

3. Diagrama Unifilar

N/A

Legenda:

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



Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 15/07/2024

Revisão:

Página: 2 - 3

RESPOSTA ÀS INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDA PELA PROPRIETÁRIA DA INSTALAÇÃO)

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

1. Módulos de Manobra

- IB Quantidade: 1 Tensão (kv): 500 Arranjo: DJM
- IB Quantidade: 1 Tensão (kv): 440 Arranjo: DJM
- CT Quantidade: 1 Tensão (kv): 500 Arranjo: DJM
- CT Quantidade: 1 Tensão (kv): 440 Arranjo: DJM

2. Módulos de Equipamentos

- Autotransformadores Quantidade: 3 Potência (MVA): 400 Tensão Prim./Sec. (kv) 500/440 Fase: 1

3. Módulo de Infraestrutura Geral

- Há necessidade de aquisição de terreno? Sim Área Prevista: Aproximadamente 20.500,00 m²
 Não

4. Outros

- Há necessidade de adequação do arranjo? Sim Equipamentos Necessários: _____
 Não _____

- Existe a possibilidade de cruzamentos de linhas para o acesso de linhas novas aos bays disponíveis na subestação? Sim
 Não

Caso positivo, caracterizar como é o acesso das linhas existentes / já planejadas e especificar como deveria ser o acesso das linhas novas para minimizar e, se possível, evitar o problema.

N/A



Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 15/07/2024

Revisão:

Página: 3 - 3

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

5. Observações

- a - Solicitamos informações sobre a viabilidade de atendimento total ou parcial da solicitação, como, por exemplo, se seria possível atender apenas uma linha ou se há outras configurações viáveis.
- b - Por gentileza, sugira outro posicionamento, se necessário, e aponte obstáculos, dificuldades de implementação e/ou possíveis remanejamentos que possam solucionar os problemas identificados.
- c - Solicitamos o envio da planta da subestação contendo, de forma esquemática e simplificada, o posicionamento dos reforços indicados nesta consulta.
- d - Sempre que houver equipamento existente com potência igual à solicitada, avaliar a possibilidade de compartilhamento da fase reserva existente.
- e - Se houver alguma expansão em andamento ou informação relevante que impeça a expansão de qualquer um dos reforços, por favor, informe na resposta a esta consulta.

De acordo com a topologia atual a expansão poderia ocorrer para o lado de trás da casa de comando da MSG, conforme croqui em anexo.

Referente ao barramento de 440 KV, o mesmo se torna de difícil expansão para o lado oposto ao proposto devido ao posicionamento do Compensador Estático da Neoenergia e as saídas das Linhas de 440 KV da CTEEP e 500 KV da TSM. Já para a expansão do barramento 2, torna-se necessário retirar o escritório e sala de controle da MSG e construir um novo prédio para tais finalidades. Mantendo no prédio atual apenas os Painéis de Proteção e Controle e Serviço Auxiliar, devido a expansão do barramento passar "sobre" a sala de comando existente.

Rio de Janeiro, 15 de julho de 2024

Data da Solicitação

Thiago de Faria Rocha
Dourado Martins

Assinado de forma digital por
Thiago de Faria Rocha Dourado
Martins
Dados: 2024.07.15 20:51:14 -03'00'

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

Jundiaí, 20 de agosto de 2024

Data da Entrega do Formulário

Bruno de
Mello Laurindo

Assinado de forma digital
por Bruno de Mello Laurindo
Dados: 2024.08.20 13:51:43
-03'00'

Assinatura do Responsável pelas Informações Solicitadas
Nome: Bruno de Mello Laurindo
Cargo: Coordenador de Engenharia



3) Poços de Caldas



Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 15/07/2024

Revisão:

Página: 1 - 3

INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)

ESTUDO: Expansão das Interligações Regionais

ALTERNATIVA DE PLANEJAMENTO

Subestação: Poços de Caldas

Concessionária Proprietária: Eletrobras

1. Módulos de Manobra

- IB Quantidade: 2* Tensão (kV): 500 Arranjo: ANEL
- CT Quantidade: 1 Tensão (kV): 500 Arranjo: ANEL
- CT Quantidade: 1 Tensão (kV): 345 Arranjo: BD5
- CRB Quantidade: 1 Tensão (kV): 500 Arranjo: ANEL

* Considerando as particularidades de arranjos em anel. Favor informar quantos IBs serão efetivamente necessários para realizar o reforço solicitado.

Obs.: Solicitamos enviar a planta da subestação contendo, de forma esquemática e simplificada, o posicionamento dos reforços indicados nesta consulta.

2. Módulos de Equipamentos

- Autotransformadores Quantidade: 3 Potência (MVA): 200 Tensão Prim./Sec. (kV) 500/345 Fase: 1
- Banco de Reator Quantidade: 3+ 1R Potência (MVA): 50 Tensão Prim./Sec. (kV) 500 Fase: 1

3. Diagrama Unifilar

N/A

Legenda:

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



Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 15/07/2024
Revisão:
Página: 2 - 3

RESPOSTA ÀS INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDA PELA PROPRIETÁRIA DA INSTALAÇÃO)

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

1. Módulos de Manobra

IB Quantidade: 1 Tensão (kV): 500 Arranjo: ANEL

CT Quantidade: 1 Tensão (kV): 500 Arranjo: ANEL

CT Quantidade: 1 Tensão (kV): 345 Arranjo: BD5

CRB Quantidade: 1 Tensão (kV): 500 Arranjo: ANEL

2. Módulos de Equipamentos

Autotransformadores Quantidade: 3 Potência (MVA): 200 Tensão Prim./Sec. (kV) 500/345 Fase: 1

Banco de Reator Quantidade: 3+1 Potência (MVA): 50 Tensão Prim./Sec. (kV) 500 Fase: 1

3. Módulo de Infraestrutura Geral

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

Não

4. Outros

Há necessidade de adequação do arranjo? Sim Equipamentos Necessários: Pórticos e colunas isoladoras

Não para extensão de barramentos que viabilizem as conexões.

Existe a possibilidade de cruzamentos de linhas para o acesso de linhas novas aos bays disponíveis na subestação? Sim

Não

Caso positivo, caracterizar como é o acesso das linhas existentes / já planejadas e especificar como deveria ser o acesso das linhas novas para minimizar e, se possível, evitar o problema.

Não aplicável.



Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 15/07/2024

Revisão:

Página: 3 - 3

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

5. Observações

- a - Solicitamos informações sobre a viabilidade de atendimento total ou parcial da solicitação, como, por exemplo, se seria possível atender apenas uma linha ou se há outras configurações viáveis.
- b - Por gentileza, sugira outro posicionamento, se necessário, e aponte obstáculos, dificuldades de implementação e/ou possíveis remanejamentos que possam solucionar os problemas identificados.
- c - Solicitamos o envio da planta da subestação contendo, de forma esquemática e simplificada, o posicionamento dos reforços indicados nesta consulta.
- d - Sempre que houver equipamento existente com potência igual à solicitada, avaliar a possibilidade de compartilhamento da fase reserva existente.
- e - Se houver alguma expansão em andamento ou informação relevante que impeça a expansão de qualquer um dos reforços, por favor, informe na resposta a esta consulta.

A solução proposta de arranjo do Anel 500kV foi elaborada de forma a possibilitar o compartilhamento do reserva do banco AT 51 (atualmente em modernização para capacidade de 200 MVA), assim como minimizar a necessidade de movimentações de terra e compra de terreno, uma vez que existe um grande desnível no entorno do pátio de 500kV.

Deverão ser utilizadas extensões de barramentos rígidos para permitir a derivação do anel existente e inserção dos novos disjuntores no arranjo eletromecânico.

A conexão ao pátio de 345kV se dará no mesmo vão do Banco de Capacitores 150MVar. Devido a pouca área disponível no ponto de conexão de baixa do transformador, se faz necessário a utilização de pórticos para extensão de barramentos superior (4) e seccionadoras sobre pórticos.

As soluções proposta estão nas plantas anexas.

Rio de Janeiro, 15 de julho de 2024

Rio de Janeiro, 15 de Agosto

Data da Solicitação

Data da Entrega do Formulário

Thiago de Faria
Rocha Dourado
Martins

*Assinado da forma digital por
Thiago de Faria Rocha Dourado
Martins
Dados: 2024.07.15 20:54:04 -03'00'*

Thiago de Faria R. Dourado Martins

Assinatura do Responsável pelas Informações Solicitadas

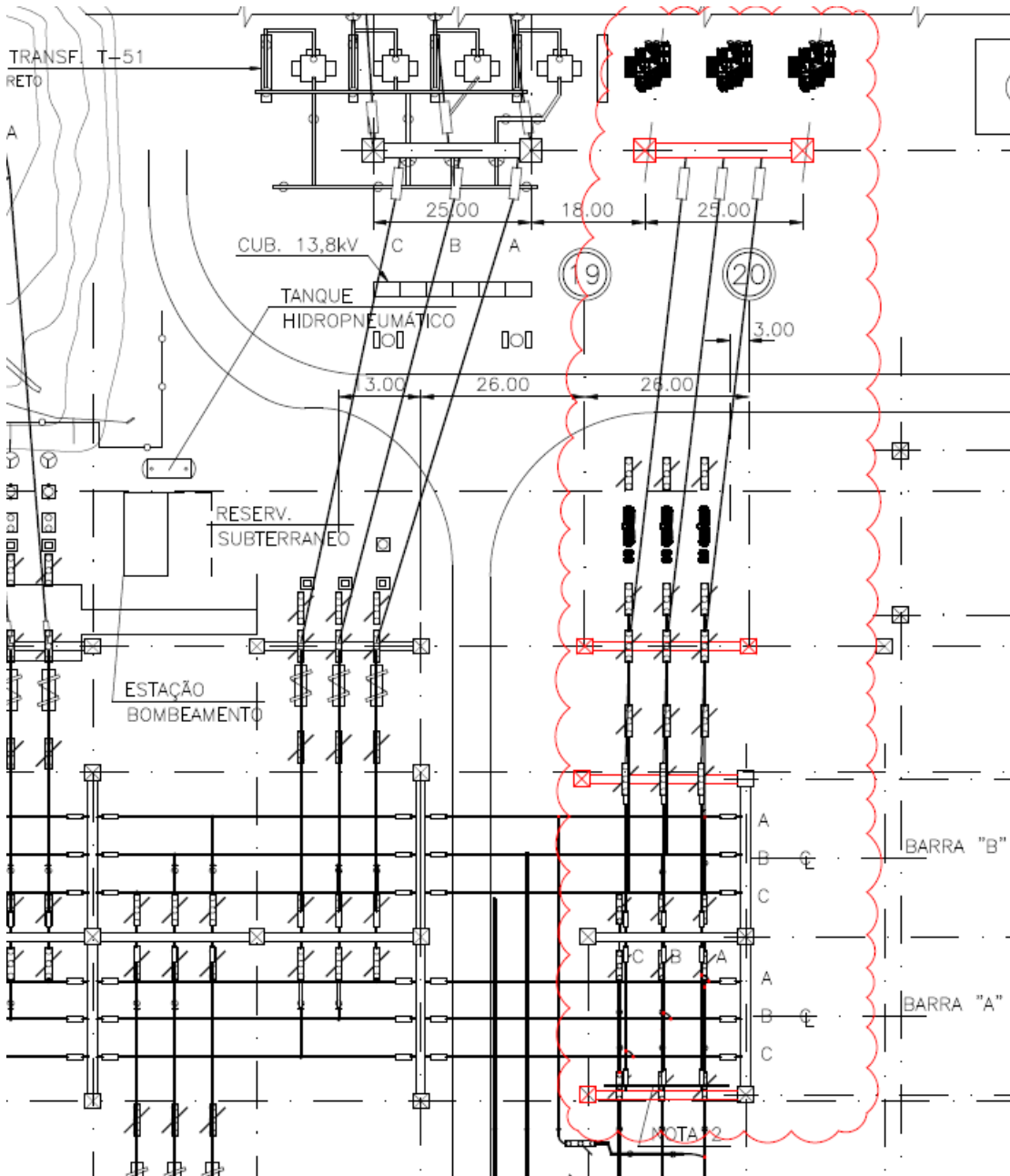
Superintendente de Transmissão de Energia

Nome: Felipe Lessa Neves

STE/DEE/EPE

Cargo: Engenheiro Eletromecânico - EETAM

Destaque da conexão do novo banco pelo lado de 345 kV



Destaque da conexão do novo banco pelo lado de 500 kv

