



NOTA TÉCNICA

ESTUDO DE ATENDIMENTO ELÉTRICO À REGIÃO DE SOROCABA E INDAIATUBA - PARTE I

MARÇO DE 2025

■ Colaboradores

Relatório R1 - EPE-DEE-NT-002/2025-r0

Coordenação Geral

Reinaldo da Cruz Garcia

Coordenação Executiva

Thiago Dourado Martins

Coordenação Técnica

Daniel José Tavares de Souza

Equipe Técnica

Fabio de Almeida Rocha

Paulo Fernando de Matos Araujo

Suporte Administrativo

Renata Cardozo Rios





VALOR PÚBLICO

COM ESTE RELATÓRIO, A EPE RECOMENDA O REFORÇO NA TRANSFORMAÇÃO 440/88 kV NA SUBESTAÇÃO SALTO, QUE ATENDE OS MUNICÍPIOS DE SOROCABA E INDAIATUBA, DENTRE OUTROS.

OBJETIVANDO AUMENTAR A CONFIABILIDADE, CAPACIDADE E QUALIDADE DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA DE 88 kV NA REGIÃO, O EMPREENDIMENTO PERMITE ATENDER À CRESCENTE DEMANDA DE CARGA NO CURTO E MÉDIO PRAZO.

ESTE ESTUDO SEGUIRÁ NUMA SEGUNDA PARTE QUE BUSCARÁ UMA SOLUÇÃO ESTRUTURANTE PARA A REGIÃO NO LONGO PRAZO.

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	5
1.1	Considerações iniciais	5
1.2	Objetivos gerais.....	5
2	CONCLUSÕES	6
3	RECOMENDAÇÕES	7
4	DADOS, PREMISSAS E CRITÉRIOS	9
4.1	Limites de Carregamento.....	9
4.2	Topologia do sistema	9
4.3	Cenários de Geração e Patamar de Carga	9
5	DIAGNÓSTICO DO SISTEMA	10
6	Construção da Solução	11
6.1	Remanejamento de carga	11
6.2	Ampliação da fonte SE Salto	13
7	INVESTIMENTOS	14
8	Bibliografia	15
9	ANEXO	16
9.1	Fichas de Obras para o PET	16
9.2	Resposta Consulta de Expansão ISA ENERGIA (antiga ISA CTEEP).....	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 - Mapa da Região de Interesse	5
Figura 3-1 - Diagrama simplificado do sistema de distribuição em 88 kV com as recomendações.....	7
Figura 4-1 - Diagrama simplificado do sistema de distribuição em 88 kV existente	9
Figura 6-1 - Rede de Distribuição 88 kV - CPFL.	11
Figura 6-2 - Carregamento do transformador 440/88 kV SE Salto pós remanejamento de carga.	12
Figura 6-3 - Carregamento do transformador 440/88 kV SE Oeste pós remanejamento de carga.	12
Figura 6-4 - Carregamento do transformador 440/88 kV SE Salto pós remanejamento de carga e ampliação de Salto.....	13

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3-1 - Programa de Obras Recomendadas	7
Tabela 5-1 – Diagnóstico das transformações	10
Tabela 7-1 - Custos das obras recomendadas	14

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

No diagnóstico do PDE 2032 [1] foi identificado que as transformações 440/88 kV da SE Salto e da SE Oeste apresentam sobrecargas a partir do ano de 2027, nas contingências de um de seus bancos de transformadores. A transformação 230/138 kV da SE Cerquilha III também apresenta violação de carregamento a partir de 2031. Essas subestações são importantes fontes para o abastecimento das regiões de Sorocaba e Indaiatuba no estado de São Paulo.

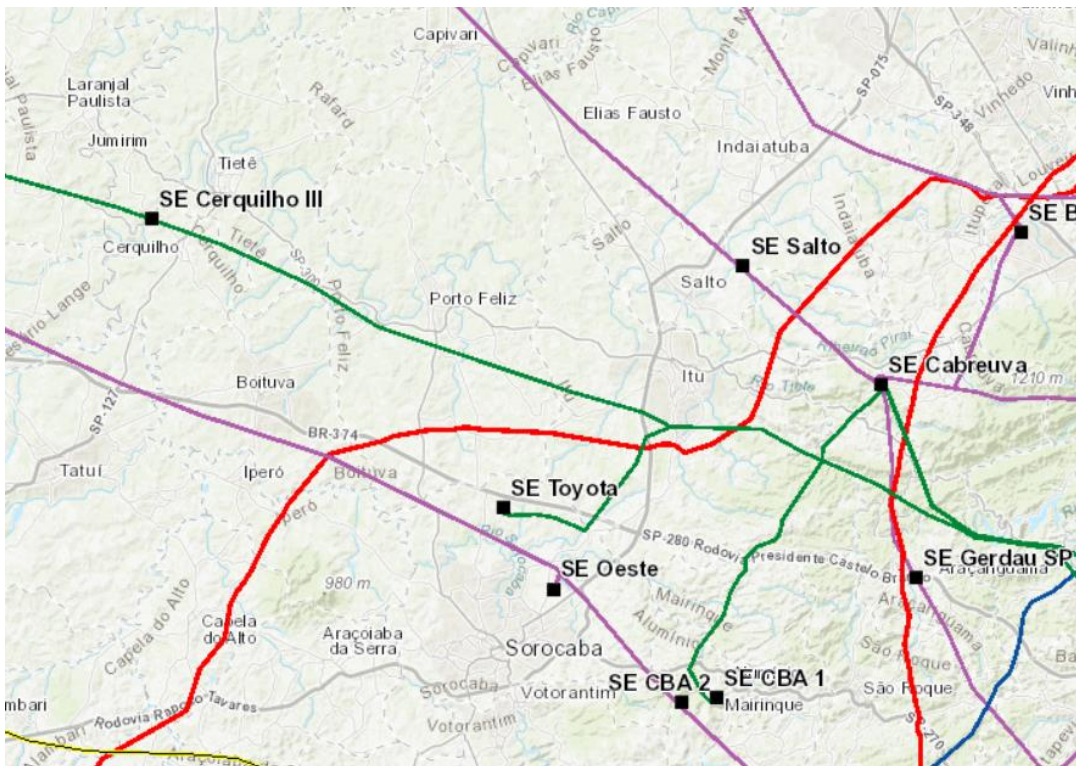


Figura 1-1 - Mapa da Região de Interesse

Neste contexto, a análise de desempenho do sistema documentada nesta Nota Técnica tem como foco avaliar a capacidade das transformações na região indicada na Figura 1-1 e recomendar obras de expansão.

1.2 Objetivos gerais

O objetivo desta Nota Técnica é recomendar solução de médio prazo que promova o atendimento aos consumidores da região de Sorocaba e Indaiatuba no estado de São Paulo. Uma solução mais estruturante será avaliada para o longo prazo na segunda parte do estudo.

2 CONCLUSÕES

Concluiu-se, através das análises realizadas, que a ampliação da transformação da SE Salto juntamente com um remanejamento de carga com a SE Oeste proporciona um aumento na capacidade sistêmica para contribuir no atendimento ao crescimento do mercado consumidor da região, observando o horizonte de médio prazo.

No âmbito de longo prazo, a segunda parte deste estudo deve focar nas transformações de Oeste e Cerquilho, com possibilidade de recomendação de novo ponto de conexão de rede básica para dividir o carregamento. Para esta segunda parte, o horizonte do estudo poderá começar no ano de 2030.

De acordo com os custos estimados apresentados na Tabela 7-1, o investimento necessário para reforçar o sistema com as obras recomendadas é da ordem de R\$ 105 milhões.

3 RECOMENDAÇÕES

A Tabela 3-1 apresenta a descrição das obras necessárias para que a transformação 440/88 kV da subestação Salto atenda ao critério N-1.

Tabela 3-1 - Programa de Obras Recomendadas

Ano	Subestação	Descrição da obra
2027	SE Salto	3° TF 440/88 kV, 3 x 133 MVA 1Φ 1 CT 440 kV, Arranjo DJM 1 CT 88 kV, Arranjo BD4 1 IB 440 kV, Arranjo DJM

Além do aumento de capacidade de transformação na SE Salto, o remanejamento de carga no sistema de distribuição de alta tensão da CPFL Piratininga também faz parte da solução de curto e médio prazo. Dessa forma, a transformação da SE Oeste ganha uma margem de operação até a entrada de novos empreendimentos numa solução de longo prazo.

A Figura 3-1 ilustra as adequações na operação do sistema de 88 kV da CPFL Piratininga, de modo a possibilitar o remanejamento da carga de Rondon 88 kV (RON) para a SE Salto.

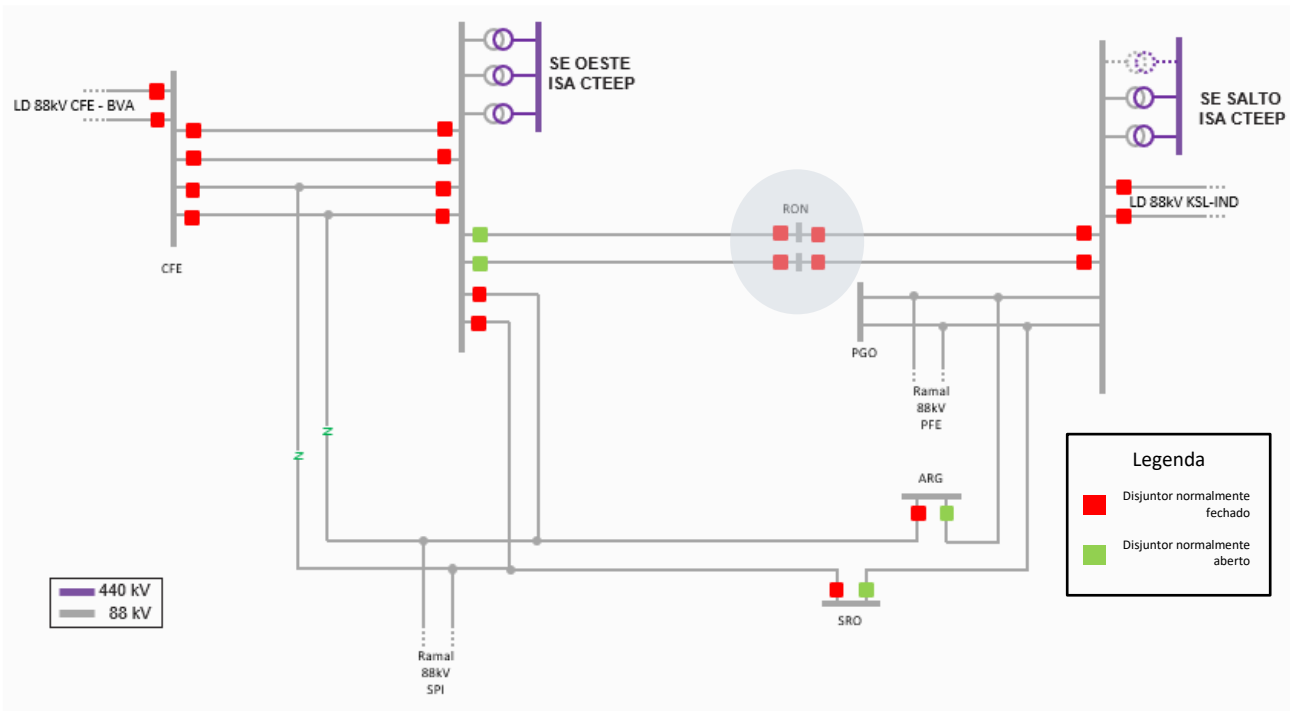


Figura 3-1 - Diagrama simplificado do sistema de distribuição em 88 kV com as recomendações.

A solução para o longo prazo será avaliada na Parte 2 deste estudo em um relatório que avaliará a possibilidade de expandir a transformação da SE Oeste ou de trazer um novo ponto de atendimento ao sistema de 88 kV, com enfoque no atendimento da região metropolitana sul de Sorocaba (Salto de Pirapora, Votorantim, Ibiúna, Mairinque, Araçariguama e São Roque), que é o ponto considerado mais crítico em termos de carregamento e tensão.

No que diz respeito aos Relatórios Complementares (R2 a R5), por se tratar de obras de ampliação de transformação existente, fica dispensada a elaboração de todos os relatórios

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 do sistema

Na Figura 4-1 é mostrada a configuração atual simplificada da rede de distribuição de 88 kV da CPFL com as duas fontes, a SE Oeste e a SE Salto.

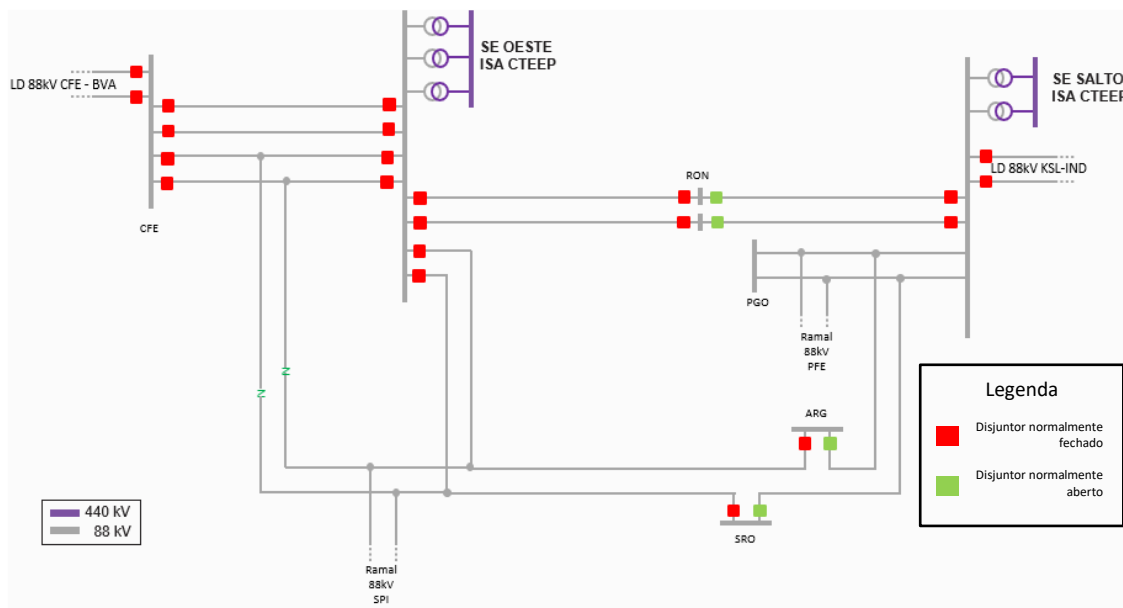


Figura 4-1 - Diagrama simplificado do sistema de distribuição em 88 kV existente

4.3 Cenários de Geração e Patamar de Carga

Para montagem dos casos de trabalho foi considerado o cenário de geração norte úmido no patamar de carga média do caso base do plano decenal 2032.

Ao caso base, foi acrescentada uma correção de topologia e carga pela distribuidora CPFL. Este cenário representa o momento de maior carregamento das transformações que atendem a região de interesse.

5 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA

A Tabela 5-1 indica os principais fluxos encontrados na região do estudo. Em condições normais, o único destaque é o carregamento elevado na transformação 440/88 kV de Oeste, com tendência para violação além do horizonte avaliado.

Já em condição de emergência, o diagnóstico aponta a violação da capacidade de curta duração nas transformações de Oeste desde 2026, primeiro ano do horizonte, de Salto a partir de 2032 e de Cerquilho a partir de 2031.

Tabela 5-1 – Diagnóstico das transformações

CONTINGÊNCIA	LINHAS E TRAFOS	NC LIM.	2026		2027		2029		2031		2032		2033		2035		2037	
			MW	Mvar %	MW	Mvar %	MW	Mvar %	MW	Mvar %	MW	Mvar %	MW	Mvar %	MW	Mvar %	MW	Mvar %
Condição Normal	OESTE--SP440	2	321	85	325	89	336	86	348	96	355	91	361	97	375	109	389	123
	OESTE--SP088	400	84%		85%		87%		90%		91%		93%		97%		99%	
	OESTE--SP440	3	321	85	325	89	336	86	348	96	355	91	361	97	375	109	389	123
	OESTE--SP088	400	84%		85%		87%		90%		91%		93%		97%		99%	
TF 440/088 OESTE--SP440 - 2	OESTE--SP440	3	481	158	488	164	505	162	523	180	533	174	543	184	563	205	584	229
	OESTE--SP088	478	107%		109%		112%		116%		117%		120%		126%		128%	
	OESTE--SP440	1	478	157	484	163	501	160	519	179	529	172	539	182	559	204	580	227
	OESTE--SP088	457	111%		113%		116%		120%		122%		125%		130%		133%	
TF 440/088 SALTO--SP088	SALTO--SP088	2	-434	-54	-447	-56	-464	-46	-482	-18	-491	-21	-501	-24	-521	-30	-541	-37
	SALTO--SP440	480	90%		92%		96%		99%		101%		103%		107%		111%	
TF 230/000 CERQU3-SP230	CERQU3-SP230	1	168	-10	163	-5	172	7	180	15	182	19	180	28	184	23	192	29
	CRQ-T2-SP000	180	94%		91%		97%		102%		104%		104%		107%		113%	

Além da aparente necessidade de reforçar as transformações, é importante considerar a interligação pelo sistema de 88 kV das subestações Oeste e Salto, o que pode permitir uma distribuição das cargas atendidas por cada subestação.

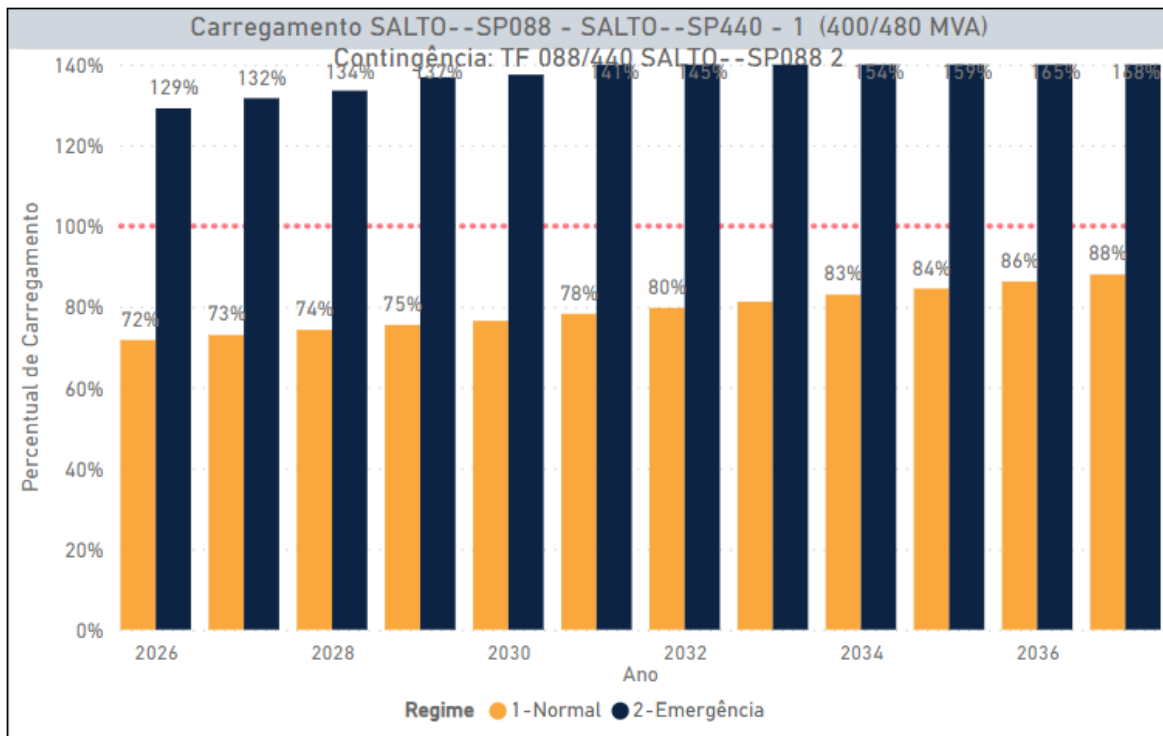


Figura 6-2 - Carregamento do transformador 440/88 kV SE Salto pós remanejamento de carga.

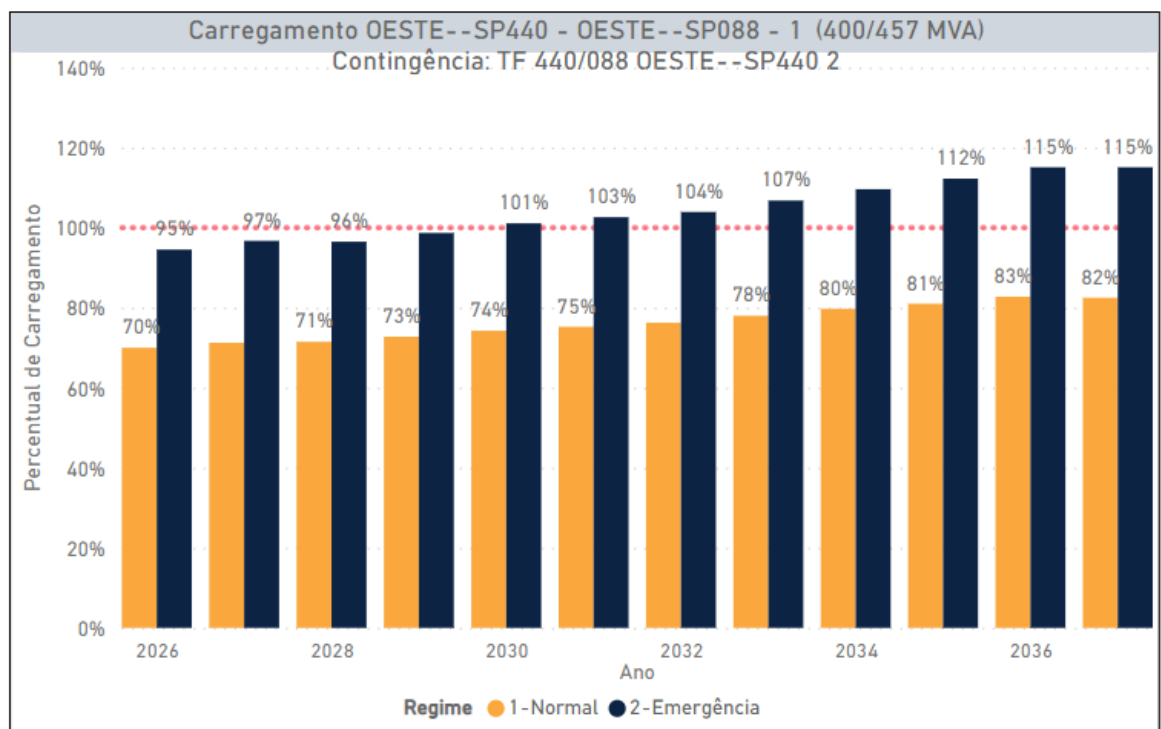


Figura 6-3 - Carregamento do transformador 440/88 kV SE Oeste pós remanejamento de carga.

Após o remanejamento de cargas, a transformação de Salto passa a apresentar o carregamento mais crítico com violações de quase 30% além do limite já no primeiro ano. Já a violação de Oeste passaria a ocorrer em 2030.

Considerando que a SE Oeste está numa localização mais central da região, esse remanejamento da carga visa permitir que uma avaliação mais completa, com a possibilidade de obras estruturantes na segunda parte do estudo.

6.2 Ampliação da fonte SE Salto

Considerando o remanejamento de cargas, a solução (com recomendação imediata) é a ampliação da transformação de Salto. Após verificar a viabilidade, a recomendação para essa parte do estudo é a adição do terceiro banco de transformadores 440/88 kV na SE Salto. Na Figura 6-4 são exibidos os carregamentos para os transformadores das SEs Salto indicando que um novo transformador é o suficiente para o atendimento por todo o horizonte avaliado.

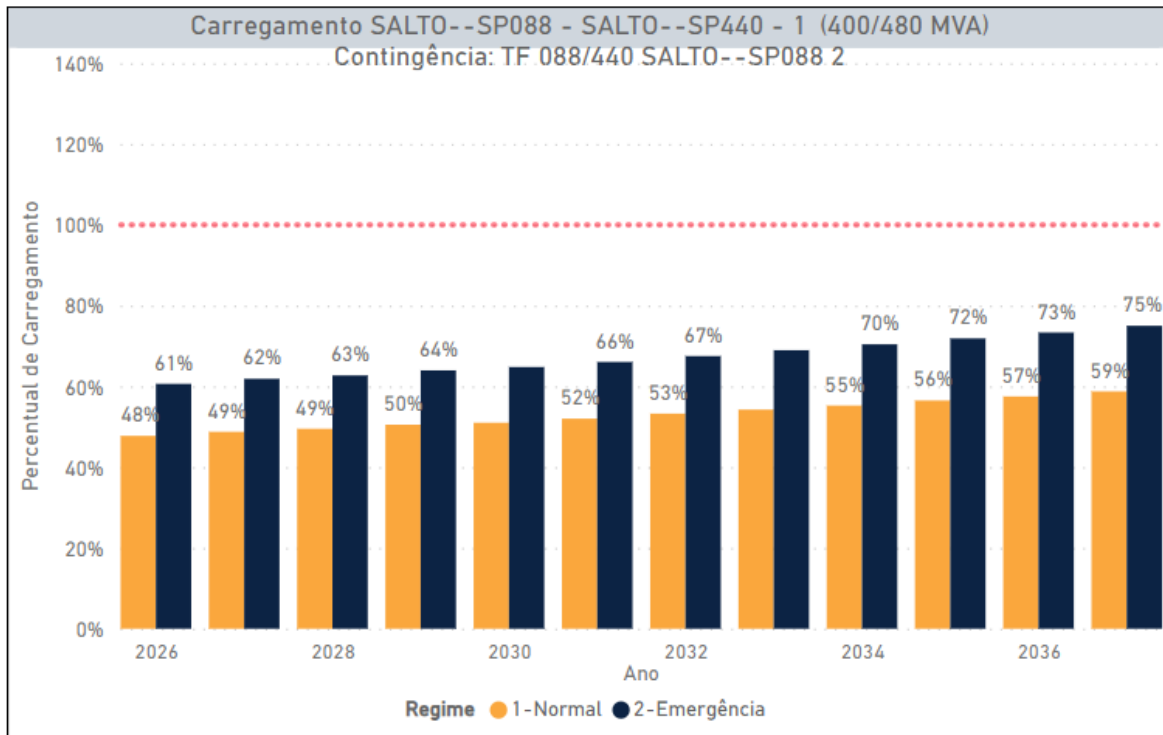


Figura 6-4 - Carregamento do transformador 440/88 kV SE Salto pós remanejamento de carga e ampliação de Salto.

7 INVESTIMENTOS

Na Tabela 7-1 é mostrado uma estimativa de investimento relacionados aos custos das obras recomendadas. O banco de preços da Aneel, base março 2023 [5], foi utilizado para o levantamento dos custos das obras com data de necessidade de 2027.

Tabela 7-1 - Custos das obras recomendadas

Descrição	Ano	Qtde.	Fator	Custo da Alternativa (R\$ x 1000)				
				Custo Unitário (sem fator)	Custo Total	VP	Parcela Anual	RN
					105.313,25	71.674,43	9.354,71	39.771,78
SE 440/88 kV SALTO (Ampliação/Adequação)					105.313,25	71.674,43	9.354,71	39.771,78
3° TF 440/138 kV, 3 x 133 MVA 1Φ	2027	3,0	1,0	13497,74	40.493,22	27.559,01	3.596,91	15.292,35
CT (Conexão de Transformador) 440 kV, Arranjo DJM	2027	1,0	1,0	14959,75	14.959,75	10.181,35	1.328,84	5.649,58
CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BD4	2027	1,0	1,0	6938,10	6.938,10	4.721,95	616,29	2.620,19
IB (Interligação de Barras) 440 kV, Arranjo DJM	2027	1,0	1,0	14377,33	14.377,33	9.784,97	1.277,10	5.429,63
MIM - 440 kV	2027	1,0	1,0	4208,78	4.208,78	2.864,42	373,86	1.589,46
MIM - 138 kV	2027	1,0	1,0	719,24	719,24	489,50	63,89	271,62
MIG (Terreno Rural)	2027	1,0	1,0	23616,83	23.616,83	16.073,22	2.097,82	8.918,95

8 Bibliografia

- [1] EPE, “EPE-DEE-RE-028-2023-rev0 “Diagnóstico Regional da Rede Elétrica - PDE 2032 - VOLUME V - GET São Paulo”,” 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] ANEEL, “Custos Modulares,” Março de 2023.

9 ANEXO

9.1 Fichas de Obras para o PET

INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE REDE BÁSICA

Sistema Interligado da Região SUDESTE

Empreendimento:	UF: SP
SE 440 kV Salto (Ampliação/Adequação)	DATA DE NECESSIDADE: Jan/2027
	PRAZO DE EXECUÇÃO: 30 meses

Justificativa:

Atendimento ao N-1

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

3° TF 440/88 kV, 3 x 133 MVA 1Φ	40.493,22
1 CT (Conexão de Transformador) 440 kV, Arranjo DJM	14.959,75
1 CT (Conexão de Transformador) 88 kV, Arranjo BD4	6.938,10
1 IB (Interligação de Barras) 440 kV, Arranjo DJM	14.377,33
MIM - 440 kV	4.208,78
MIM - 138 kV	719,24
MIG	23.616,83

Total de Investimentos Previstos: 105.313,25


Situação atual:

Observações:

Documentos de referência:

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

9.2 Resposta Consulta de Expansão ISA ENERGIA (antiga ISA CTEEP)

 Empresa de Pesquisa Energética	Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações	Data: 29/02/2024
		Revisão:
		Página: 1 - 4

INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)

ESTUDO: Estudo de Atendimento Elétrico à Região de Sorocaba e Indaiatuba

ALTERNATIVA DE PLANEJAMENTO

Subestação: Salto

Concessionária Proprietária: ISA CTEEP

1. Módulos de Manobra

<input checked="" type="checkbox"/>	CT	Quantidade: <u>1</u>	Tensão (kV) <u>440</u>	Arranjo Prim.: <u>DJM</u>
<input checked="" type="checkbox"/>	IB	Quantidade: <u>1</u>	Tensão (kV) <u>440</u>	Arranjo Prim.: <u>DJM</u>
<input checked="" type="checkbox"/>	MIM	Quantidade: <u>1</u>	Tensão (kV) <u>440</u>	Arranjo Prim.: <u>DJM</u>
<input checked="" type="checkbox"/>	CT	Quantidade: <u>1</u>	Tensão (kV) <u>88</u>	Arranjo Prim.: <u>BD4</u>

2. Módulos de Equipamentos

<input checked="" type="checkbox"/>	Autotransformadores	Quantidade: <u>3</u>	Potência (MVA): <u>133,333</u>	Tensão Prim./Sec. (kV) <u>440/88</u>	Fase: <u>1</u>
-------------------------------------	---------------------	----------------------	--------------------------------	--------------------------------------	----------------

* Ampliação da Subestação pela adição do 3º banco monofásico de transformadores de 440/88 kV com capacidade de 133,333 MVA - sugerimos avaliar se também é possível o compartilhamento da fase reserva existente.

3. Diagrama Unifilar

As subestações em análise estão mostradas no diagrama anexo.

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).

