



## RELATÓRIO R1

# ESTUDOS PARA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

### **Análise Técnico-Econômica de Alternativas: Relatório R1**

Estudo de Expansão da SE Teresina

**DEZEMBRO DE 2024**

## ■ Colaboradores

RELATÓRIO R1

EPE-DEE-RE-097/2024-REVO

## ■ Coordenação Geral

Reinaldo da Cruz Garcia

### **Coordenação Executiva**

Thiago Dourado Martins

Marcos Vinícius Farinha

### **Coordenação Técnica**

Rafael Theodoro Alves e Mello

### **Equipe Técnica**

Igor Chaves

Luiz Felipe Froede Lorentz

Marcelo Willian Henriques Szrajbman

Maria de Fátima de Carvalho Gama

Mateus Gomes da Silva (estagiário)

Rafael de Carvalho Caetano

Vinicius Ferreira Martins

Washington Bergue Muniz da Rocha (estagiário)

### **Suporte Administrativo**

Renata Cardozo Rios



## VALOR PÚBLICO

DE ACORDO COM A REGULAMENTAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO, TODAS AS NOVAS INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO A SEREM INTEGRADAS À REDE BÁSICA DEVEM SER RECOMENDADAS POR ESTUDOS DE PLANEJAMENTO DE EXPANSÃO REALIZADOS NO ÂMBITO DOS GRUPOS DE ESTUDO DE TRANSMISSÃO (GET) COORDENADOS PELA EPE.

O PROCESSO SE INICIA COM A ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE PLANEJAMENTO, COMO AQUELES DOCUMENTADOS POR MEIO DOS RELATÓRIOS R1, ONDE A EPE INDICA OS EMPREENDIMENTOS OU AMPLIAÇÕES QUE COMPÕEM A MELHOR ALTERNATIVA PARA EQUACIONAR UMA NECESSIDADE DO SISTEMA, COM BASE EM ANÁLISES TÉCNICO-ECONÔMICAS E SOCIOAMBIENTAIS.

ESTE RELATÓRIO R1 APRESENTA O ESTUDO DE ALTERNATIVAS PARA EXPANSÃO DA SE TERESINA. A ANÁLISE CONTEMPLA OS ASPECTOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS, INCORPORANDO TAMBÉM A AVALIAÇÃO PRELIMINAR ASSOCIADOS ÀS EXPANSÕES DE TRANSMISSÃO PROPOSTAS.

**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>

 <p><b>epe</b> Empresa de Pesquisa Energética</p>	<p><i>Contrato</i> <span style="float: right;"><i>Data de assinatura</i></span></p>	
<p><i>Projeto</i></p> <p style="text-align: center;"><b>ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO</b></p>		
<p><i>Área de estudo</i></p> <p style="text-align: center;"><b>Análise Técnico-econômica</b></p>		
<p><i>Sub-área de estudo</i></p> <p style="text-align: center;"><b>GET Nordeste</b></p>		
<p><i>Produto (Nota Técnica ou Relatório)</i></p> <p>EPE-DEE-RE-097/2024-rev0 <span style="float: right;"><b>Estudo de Expansão da SE Teresina</b></span></p>		
<p><i>Revisões</i></p> <p>rev0</p>	<p><i>Data</i></p> <p>20/12/2024</p>	<p><i>Descrição sucinta</i></p> <p>Emissão Original</p>

# SUMÁRIO

<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>3</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>2</b>
<b>2. CONCLUSÕES</b> .....	<b>4</b>
<b>3. RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>5</b>
3.1. Recomendações Gerais .....	6
<b>4. DADOS, PREMISSAS E CRITÉRIOS</b> .....	<b>7</b>
4.1. Critérios Básicos .....	7
4.2. Base de Dados .....	7
4.3. Mercado .....	7
4.4. Parâmetros Econômicos .....	8
<b>5. DIAGNÓSTICO</b> .....	<b>9</b>
<b>6. ALTERNATIVAS</b> .....	<b>12</b>
6.1. Obras comuns .....	12
6.2. Alternativa 1 .....	12
6.3. Alternativa 2 .....	13
<b>7. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DAS ALTERNATIVAS</b> .....	<b>15</b>
7.1. Alternativa 1 .....	15
7.2. Alternativa 2 .....	18
<b>8. ANÁLISE ECONÔMICA</b> .....	<b>22</b>
<b>9. CURTO-CIRCUITO</b> .....	<b>23</b>
<b>10. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>24</b>
<b>11. EQUIPE TÉCNICA</b> .....	<b>25</b>
<b>12. ANEXOS</b> .....	<b>26</b>
12.1. Parâmetros dos Equipamentos .....	26
12.2. Plano de Obras das Alternativas (exceto obras comuns) .....	27
12.3. Consultas sobre a Viabilidade de Expansões das Subestações .....	28
12.3.1. Formulários de Consulta da EPE à Eletrobras Chesf sobre a SE Teresina .....	28
12.3.2. Resposta da Eletrobras Chesf à Consulta da EPE sobre a SE Teresina .....	40
12.4. Consulta à Equatorial Piauí .....	52
12.5. FICHAS PET/PELP .....	53

## ■ Lista de Figuras

Figura 1-1 - Diagrama unifilar da SE Teresina .....	2
Figura 3-1 - Topologia planejada para a SE Teresina .....	5
Figura 5-1 – SE Teresina – Ano 2030 – Regime Normal de operação.....	9
Figura 5-2 - SE Teresina – Ano 2030 – Contingência do transformador 230/13,8 kV 04T1 de 50 MVA .....	10
Figura 5-3 – SE Teresina – Ano 2039 – Regime Normal de Operação .....	10
Figura 5-4 - SE Teresina – Ano 2039 – Contingência do transformador 230/69 kV 04T3 .....	11
Figura 5-5 - SE Teresina – Ano 2035 – Implantação da transformação 69/13,8 kV e Contingência do transformador 230/69 kV 04T3 .....	11
Figura 6-1 – Diagrama Esquemático - Alternativa 1 .....	13
Figura 6-2 - Diagrama Esquemático - Alternativa 2 .....	14
Figura 7-1 - Alternativa 1 – Ano 2028 – Regime Normal de Operação.....	15
Figura 7-2 - Alternativa 1 – Ano 2028 – Contingência do TR1 230/69 kV 150 MVA .....	15
Figura 7-3 - Alternativa 1 – Ano 2031 – Contingência de TR1 230/69 kV 150 MVA e sobrecarga dos transformadores 04T6 e 04T7 de 100 MVA.....	16
Figura 7-4 - Alternativa 1 – Ano 2031 – Regime Normal de Operação – Entrada em operação do 3º Transformador (TR3) 230/69 kV de 150 MVA .....	16
Figura 7-5 - Alternativa 1 – Ano 2039 – Regime Normal de Operação.....	17
Figura 7-6 - Alternativa 1 – Ano 2039 – Contingência do TR1 230/69 kV 150 MVA .....	17
Figura 7-7 - Alternativa 2 – Ano 2028 – Regime Normal de Operação.....	18
Figura 7-8 - Alternativa 2 – Ano 2028 – Contingência do TR1 230/69 kV 200 MVA .....	18
Figura 7-9 - Alternativa 2 – Ano 2036 – Regime Normal de Operação.....	19
Figura 7-10 - Alternativa 2 – Ano 2036 – Contingência do TR1 230/69 kV 200 MVA e sobrecarga do 04T7 de 200 MVA.....	19
Figura 7-11 - Alternativa 2 – Ano 2036 – Regime Normal de Operação – Entrada em operação do 3º Transformador (TR3) 230/69 kV de 200 MVA .....	20
Figura 7-12 - Alternativa 2 – Ano 2039 – Regime Normal de Operação .....	20
Figura 7-13 - Alternativa 2 – Ano 2039 – Contingência de 1 TR 230/69 kV 200 MVA.....	21
Figura 8-1 – Comparação Econômica de Alternativas .....	22

## ■ Lista de Tabelas

Tabela 1-1 – Tempo de operação dos transformadores.....	3
Tabela 2-1 – Comparação Econômica.....	4
Tabela 3-1 – Principais obras em subestações .....	5
Tabela 4-1 - Dados de Mercado – Carga Líquida Máxima Noturna.....	8
Tabela 5-1 – Limites de operação dos transformadores da SE Teresina (conforme MPO ONS).....	9
Tabela 9-1 - Níveis de Curto-Circuito Máximo (kA) .....	23
Tabela 12-1 - Parâmetros dos Transformadores Novos .....	26
Tabela 12-2 - Plano de obras e estimativa de investimentos - Alternativa 1 .....	27
Tabela 12-3 - Plano de obras e estimativa de investimentos - Alternativa 2 .....	27

# 1. INTRODUÇÃO

A subestação Teresina conta atualmente com dois transformadores 230/13,8 kV 04T1 e 04T2 cujas capacidades de transformação são 50MVA e 40MVA respectivamente assim como cinco transformadores 230/69 kV (04T3, 04T4, 04T5, 04T6 e 04T7) cujas capacidades são 100MVA conforme mostrado na Figura 1-1.

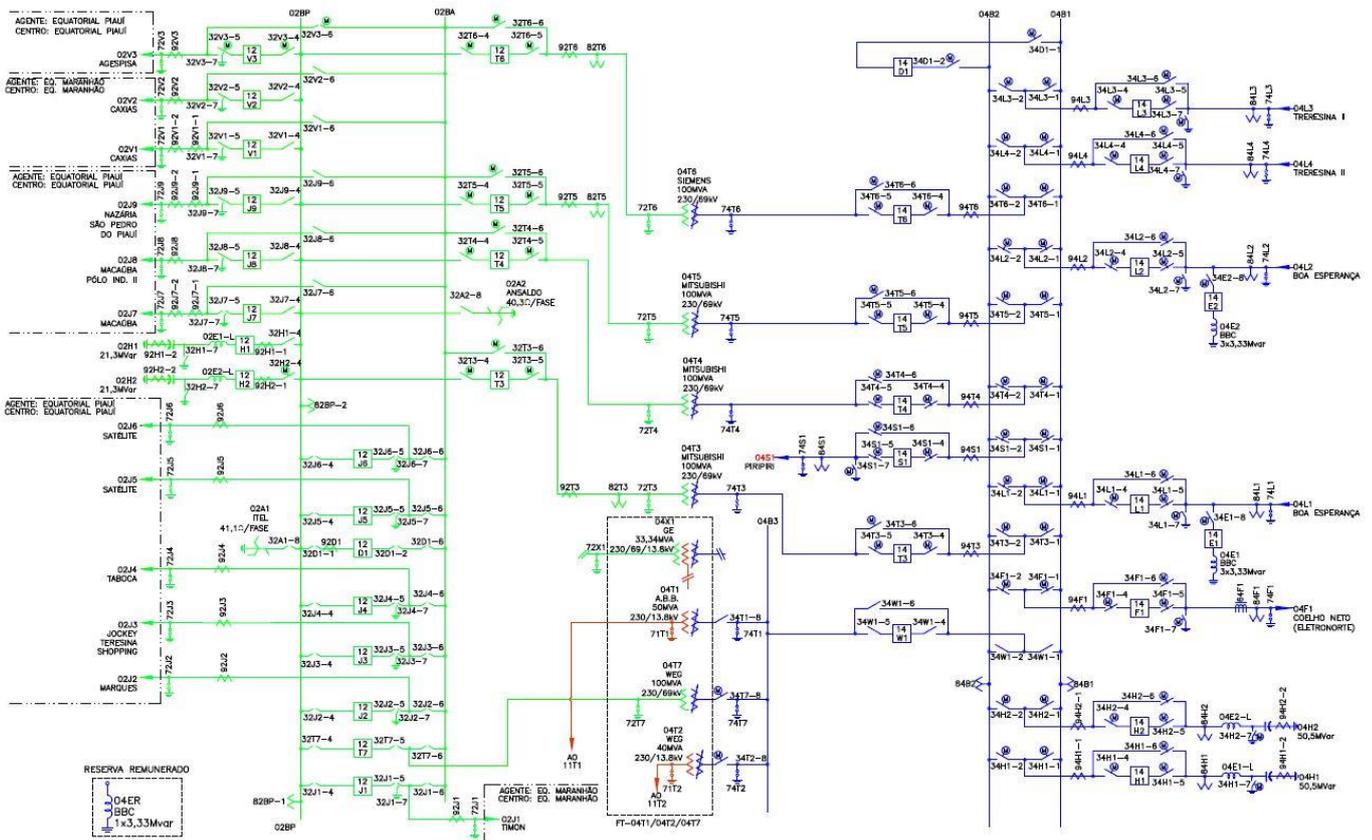


Figura 1-1 - Diagrama unifilar da SE Teresina

Conforme apontado pelo ONS nas notas de reunião do PAR 2022 [1] o critério N-1 não é atendido para as cargas supridas pela transformação 230/13,8 kV. Isso porque o barramento de 13,8 kV opera em aberto e a carga atendida pelos transformadores 230/13,8 kV é superior à capacidade individual de cada um deles. Soma-se a isso o fato de esses 2 transformadores compartilharem entre si e com o transformador 230/69 kV 05T7 o mesmo disjuntor de 230 kV (14W1). Assim, em caso de falha de algum desses 3 equipamentos o disjuntor 14W1 deve ser aberto, causando indisponibilidade de atendimento às cargas do 13,8 kV, e caso a falha seja em um dos transformadores 230/13,8 kV a recomposição fica limitada à capacidade do transformador remanescente, devendo a carga restante ser transferida pela rede de 13,8 kV.

Além do problema de carregamento dos transformadores 230/13,8kV, observa-se que alguns equipamentos se encontram em fim de vida útil regulatória, conforme apresentado na Tabela 1-1, é caso do transformador 230/13,8 kV 04T2 e dos transformadores 230/69 kV 04T3, 04T4 e 04T5.

Tabela 1-1 – Tempo de operação dos transformadores

Subestação	Posição	HV	LV	Potência(MVA)	Tempo em operação(Anos)
TSA	04T1	230kV	13,8kV	50	8
TSA	04T2	230kV	13,8kV	40	51
TSA	04T3	230kV	69kV	100	42
TSA	04T4	230kV	69kV	100	36
TSA	04T5	230kV	69kV	100	41
TSA	04T6	230kV	69kV	100	15
TSA	04T7	230kV	69kV	100	10

Diante do exposto, o objetivo deste estudo é identificar a melhor solução do ponto de vista técnico-econômico que traga maior confiabilidade ao atendimento das cargas do 13,8kV e a melhor forma de evolução da transformação 230/69kV.

## 2. CONCLUSÕES

Como alternativa para a atendimento às cargas atualmente supridas pelos barramentos de 13,8 kV da SE Teresina foi vislumbrada a implantação de uma transformação 69/13,8 kV e a desativação da transformação 230/13,8 kV. A viabilidade física dessa alternativa foi atestada pela Chesf, conforme resposta à consulta realizada pela EPE, e que consta no item 12.3.1, e a Equatorial Piauí manifestou interesse nessa solução, tendo informado que a configuração de 2 transformadores 69/13,8 kV de 50 MVA operando de forma segregada é a mais adequada para atendimento ao mercado da distribuidora. Conforme resposta da Chesf, os novos transformadores 69/13,8 kV têm previsão de ser instalados na parte sul da subestação, ao lado do transformador 230/69 kV 04T7 e a conexão com o setor de 13,8 kV que se encontra na parte norte da subestação deve ser feita por meio de cabos isolados.

Em relação à evolução da transformação 230/69 kV ao longo do horizonte, tendo em vista que há algumas unidades em fim de vida útil regulatória e que o carregamento dessa transformação será aumentado com a transferência de carga atualmente atendida pela transformação 230/13,8 kV por meio da instalação dos novos transformadores 69/13,8 kV, foi realizada uma análise econômica para definir uma nova modulação para os transformadores 230/69 kV.

A Alternativa 1 prevê para o ano 2028 a instalação de 2 novos transformadores 230/69 kV de 150 MVA em substituição aos transformadores 04T3 e 04T5 que serão desativados, e para o ano 2031 é previsto o terceiro transformador 230/69 kV de 150 MVA em substituição ao 04T4.

A Alternativa 2 prevê para o ano 2028 a instalação de 2 novos transformadores 230/69 kV de 200 MVA em substituição aos transformadores 04T3 e 04T5 que serão desativados, e para o ano 2036 é previsto o terceiro transformador 230/69 kV de 200 MVA em substituição ao 04T4.

As análises efetuadas indicam a Alternativa 2 como a alternativa de melhor desempenho técnico-econômico, como apresentado na Tabela 2.2. A comparação econômica apresentada considera o método dos rendimentos necessários, com o truncamento das séries temporais no ano horizonte 2039.

**Tabela 2-1 – Comparação Econômica**

Alternativas	Rendimentos Necessários Investimento (R\$)	%	Ordem
Alternativa 1	45.518,45	111,5%	2º
Alternativa 2	40.818,60	100,0%	1º

As obras recomendadas neste estudo totalizam R\$ 87,9 milhões referentes às obras de Rede Básica e Rede Básica de Fronteira, sendo R\$ 58,6 milhões previstos para o ano de 2028 e R\$ 29,3 milhões para o ano de 2036. As demais obras relacionadas à transformação 69/13,8 kV, em nível de distribuição, totalizam R\$ 26,4 milhões, previstos para o ano 2028.

### 3. RECOMENDAÇÕES

Sob o ponto de vista técnico-econômico recomenda-se o cronograma de obras descrito apresentado na Tabela 3-1.

Tabela 3-1 – Principais obras em subestações

Ano	Subestação	Tensão (kV)	Equipamento
2028	Teresina	230/13,8	Desativação transformador trifásico 230/13,8 kV – 04T1 (50 MVA)
			Desativação transformador trifásico 230/13,8 kV – 04T2 (40 MVA)
		69/13,8	1º transformador trifásico 69/13,8 kV – 50/60 MVA
			2º transformador trifásico 69/13,8 kV – 50/60 MVA
		230/69	Transformador trifásico 230/69 kV - 200/240 MVA (em substituição ao transformador 230/69 kV 04T3)
Transformador trifásico 230/69 kV 200/240 MVA (em substituição ao transformador 230/69 kV 04T5)			
2036	Teresina	230/69	Transformador trifásico 230/69 kV 200/240 MVA (em substituição ao transformador 230/69 kV 04T4)

A Figura 3-1 apresenta o diagrama esquemático da solução recomendada.

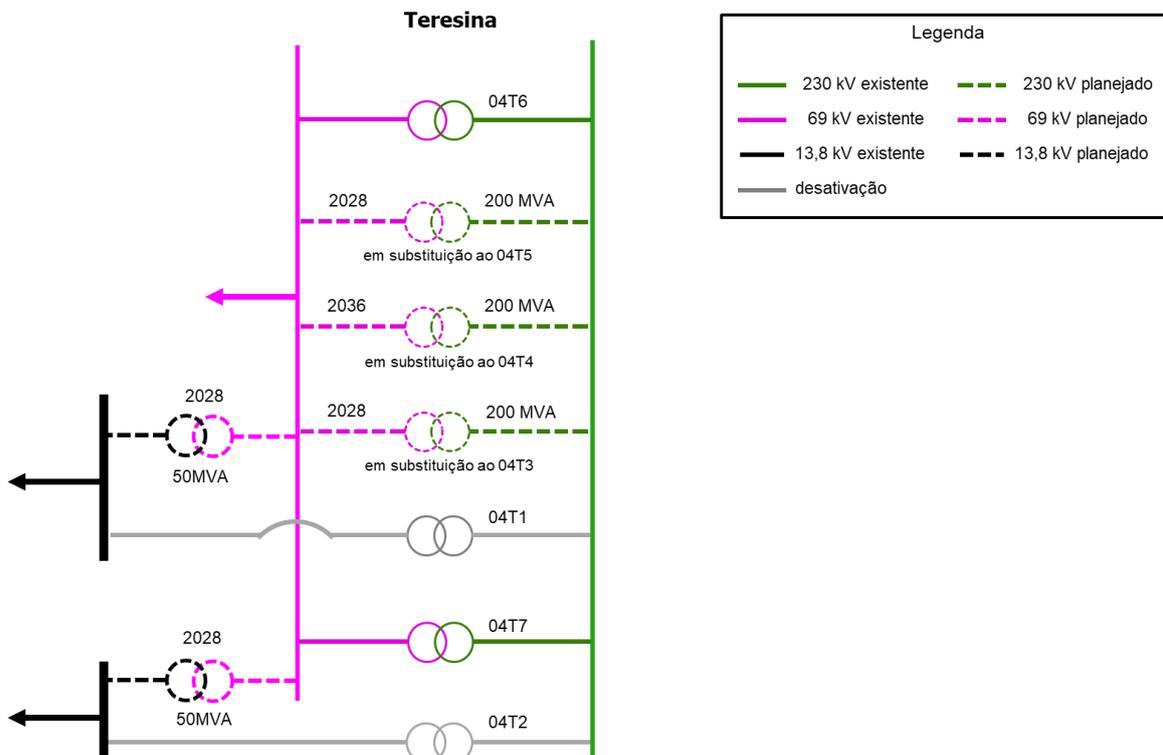


Figura 3-1 - Topologia planejada para a SE Teresina

Conforme análise apresentada no item 5 a superação da atual transformação 230/69 kV da SE Teresina mesmo considerando a desativação da transformação 230/13,8 kV e implantação da transformação 69/13,8 kV só é prevista para o ano 2035. Desta maneira, a implantação dos conjuntos de obras 1) e 2) a seguir podem ocorrer em qualquer ordem, não havendo interdependência ou condicionamento entre elas.

- 1) Desativação dos transformadores 230/13,8 kV 04T1 e 04T2 e implantação dos 2 transformadores 69/13,8 kV.
- 2) Substituição dos transformadores 230/69 kV 04T3 e 04T5 de 100 MVA por 2 novos transformadores de 200 MVA.

Em relação à elaboração dos relatórios R2 a R5, informamos que a princípio as obras recomendadas têm características que são usualmente enquadradas como reforço, e, portanto, a menos que o entendimento seja distinto por parte do Poder Concedente, não se vislumbra a necessidade de elaboração de relatórios complementares.

### **3.1. Recomendações Gerais**

Recomenda-se ainda que:

- Os novos transformadores 230/69 kV de 200 MVA atendam ao requisito de impedância indicada no Anexo 12.1 de forma a garantir a adequada distribuição de fluxo com os transformadores de 100 MVA que permanecerão em operação.
- A implantação da nova transformação 69/13,8 kV aconteça da forma indicada pela Eletrobras Chesf na resposta à Consulta de viabilidade encaminhada pela EPE e apresentada no Anexo 12.3.1. Outras opções construtivas poderão ser aceitas mediante estudo aprofundado da distribuidora em conjunto com a Eletrobras Chesf e contanto que mantenha a topologia elétrica recomendada neste estudo.
- Sejam mantidos em operação os bancos de capacitores em derivação existentes no barramento de 13,8 kV da SE Teresina.
  - Barra 01: 2 BCs de 4,2 Mvar.
  - Barra 02: 2 BCs de 4,2 Mvar.

## 4. DADOS, PREMISSAS E CRITÉRIOS

---

### 4.1. Critérios Básicos

Foram seguidas as diretrizes para elaboração da documentação necessária para se recomendar ao Poder Concedente uma nova instalação de transmissão integrante da Rede Básica, definidas no documento publicado pela EPE denominado “Diretrizes para Elaboração dos Relatórios Técnicos Referentes às Novas Instalações da Rede Básica”, Ref.[2]

Os critérios e procedimentos utilizados no estudo estão de acordo com o documento “Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão dos Sistemas de Transmissão - CCPE/CTET - janeiro/2001”, Ref.[3], além das premissas apresentadas nos subitens a seguir, onde se destacam:

- Manter o conceito de mínimo custo global para a escolha da alternativa;
- Atender ao critério “N-1” para elementos da Rede Básica e Rede Básica de Fronteira.

Ressalta-se que, além das simulações de fluxo de carga, foram analisados os níveis de curto-circuito da alternativa selecionada para a expansão do sistema, tanto em sua configuração inicial como no ano horizonte do estudo.

### 4.2. Base de Dados

Utilizou-se como referência para as simulações de fluxo de potência a base de dados correspondente ao Plano Decenal 2033, com as atualizações pertinentes da topologia da rede, plano de geração e mercado.

### 4.3. Mercado

Os dados de mercado considerados nas simulações são apresentados na Tabela 4-1. As informações foram fornecidas pelas distribuidoras Equatorial PI e Equatorial MA e se referem ao patamar de carga líquida máxima noturna que é o carregamento mais crítico para a transformação 230/69 kV da SE Teresina.

Tabela 4-1 - Dados de Mercado – Carga Líquida Máxima Noturna

Ano	MW/Mvar	Equatorial Piauí			Equatorial Maranhão
		Teresina 13,8 kV - A	Teresina 13,8 kV - B	Teresina 69 kV	Teresina 69 kV
2024	MW	21,7	12,0	196,7	56,4
	Mvar	6,9	4,2	75,2	14,0
2025	MW	22,1	12,2	200,6	57,6
	Mvar	7,0	4,3	76,7	14,7
2026	MW	22,6	12,5	204,8	58,6
	Mvar	7,1	4,4	78,3	15,4
2027	MW	23,2	12,8	210,3	59,7
	Mvar	7,3	4,5	80,4	16,1
2028	MW	23,8	13,1	207,1	60,9
	Mvar	7,5	4,6	80,6	16,5
2029	MW	24,4	13,5	212,7	62,1
	Mvar	7,7	4,8	82,8	16,8
2030	MW	25,2	13,9	219,2	63,3
	Mvar	8,0	4,9	85,3	17,1
2031	MW	25,9	14,3	224,8	64,6
	Mvar	8,2	5,1	87,5	17,5
2032	MW	26,6	14,7	230,5	65,9
	Mvar	8,4	5,2	89,7	17,8
2033	MW	27,2	15,0	236,4	67,2
	Mvar	8,6	5,3	92,0	18,2
2034	MW	23,1	15,5	247,4	68,5
	Mvar	7,4	5,5	96,3	18,5
2035	MW	23,7	15,9	253,7	69,9
	Mvar	7,6	5,6	98,8	18,9
2036	MW	24,4	16,3	260,1	71,2
	Mvar	7,8	5,8	101,3	19,3
2037	MW	25,1	16,8	266,8	72,7
	Mvar	8,0	5,9	103,9	19,7
2038	MW	25,8	17,2	273,6	74,1
	Mvar	8,2	6,1	106,5	20,0
2039	MW	26,5	17,7	280,5	75,6
	Mvar	8,5	6,2	109,2	20,4

#### 4.4. Parâmetros Econômicos

Para comparação dos custos entre as alternativas analisadas foi utilizado o documento “Base de Referência de Preços ANEEL – março/2024” Ref.[4] e o método dos rendimentos necessários, com o truncamento das séries temporais no ano 2039. Os investimentos previstos ao longo do tempo são referidos ao ano 2028 com taxa de retorno de 8% ao ano.

## 5. DIAGNÓSTICO

A Tabela 5-1 mostra os limites de carregamento em regime normal e em emergência das unidades transformadoras que compõem as transformações 230/13,8 kV e 230/69 kV da SE Teresina. Pode ser observado que nem todas as unidades transformadoras possuem capacidade de sobrecarga de curta duração, que pode ser utilizada em caso de emergência.

Tabela 5-1 – Limites de operação dos transformadores da SE Teresina (conforme MPO ONS)

Equipamento	Tensão (kV)	Limites de condição normal de operação (MVA)	Limites de condição de emergência de longa duração (MVA)	Limites de condição de emergência de curta duração (MVA)
04T1	230/13,8	50	50	60
04T2	230/13,8	40	42	48
04T3	230/69	100	100	120
04T4	230/69	100	100	120
04T5	230/69	100	100	120
04T6	230/69	100	107	120
04T7	230/69	100	100	120

A Figura 5-1 mostra o carregamento em regime normal dos transformadores 230/13,8 kV da SE Teresina para o ano 2030 considerando os dados de mercado da Tabela 4-1. A Figura 5-2 por sua vez simula a contingência do transformador 04T1 de 50 MVA 230/13,8 kV e a interligação das barras de 13,8 kV para atendimento exclusivo pelo transformador remanescente o 04T2 de 40 MVA. Observa-se que a capacidade do transformador é excedida evidenciando que neste caso haveria necessidade de remanejamento de carga pela rede de 13,8 kV. Ainda que essa capacidade não fosse excedida, pelo fato de o barramento de 13,8 kV operar aberto, a eventual perda do transformador 04T1 ou 04T2 levaria a corte momentâneo da carga, o que não atende ao critério N-1 clássico.

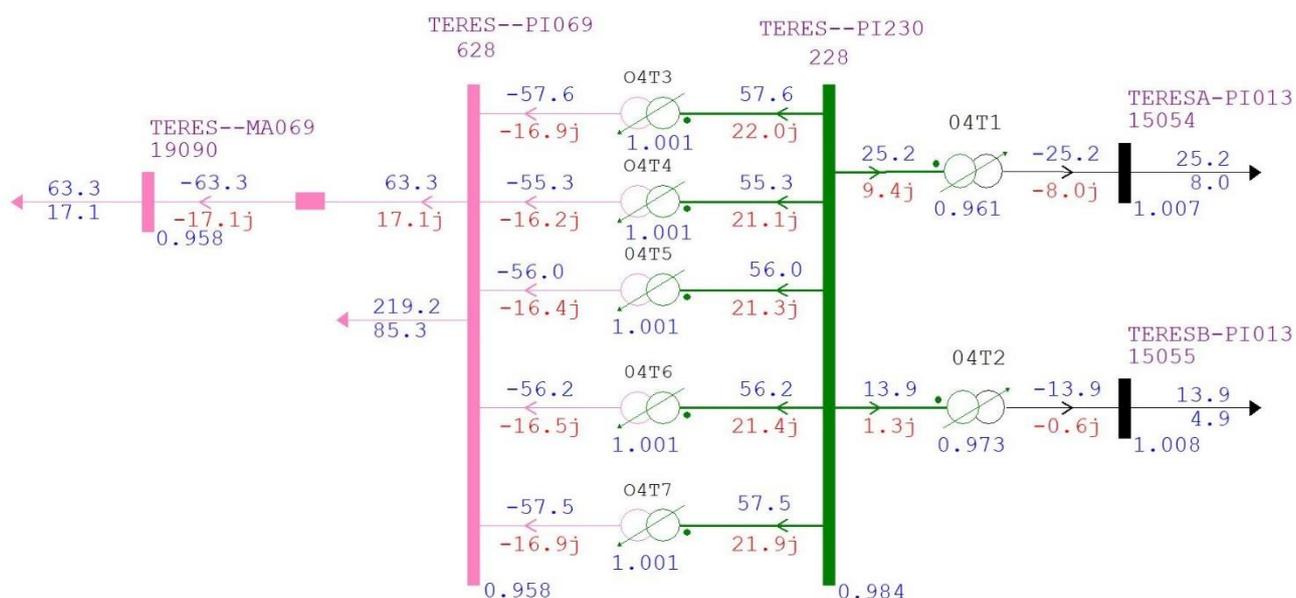


Figura 5-1 – SE Teresina – Ano 2030 – Regime Normal de operação

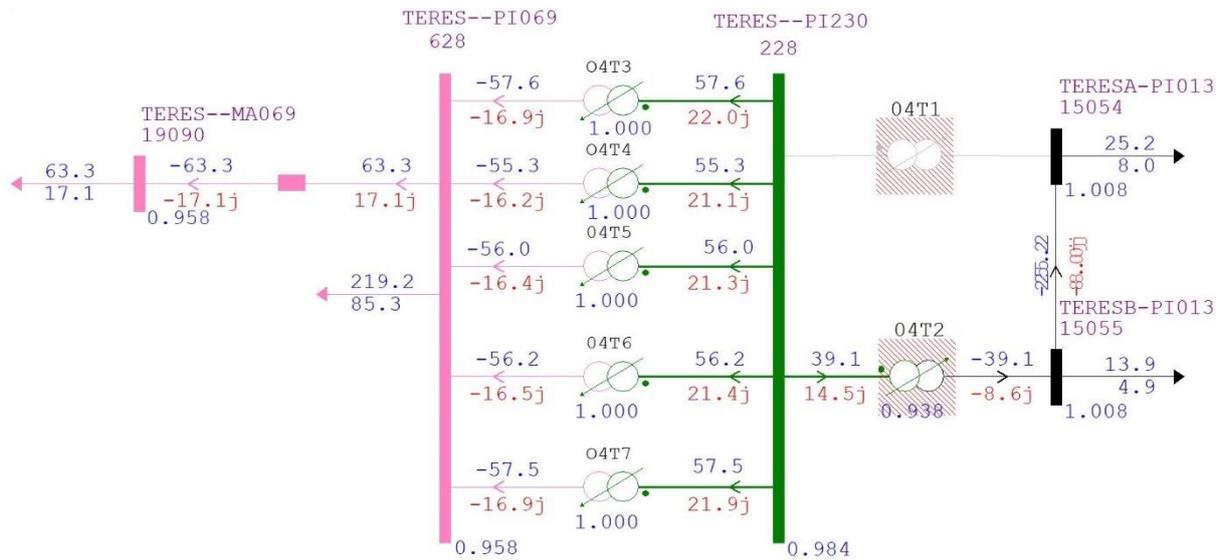


Figura 5-2 - SE Teresina – Ano 2030 – Contingência do transformador 230/13,8 kV 04T1 de 50 MVA

A Figura 5-3 mostra o carregamento em regime normal dos transformadores 230/69 kV da SE Teresina para o ano 2039 considerando os dados de mercado da Tabela 4-1. A Figura 5-4 por sua vez simula a contingência do transformador 04T2 para o ano de 2039.

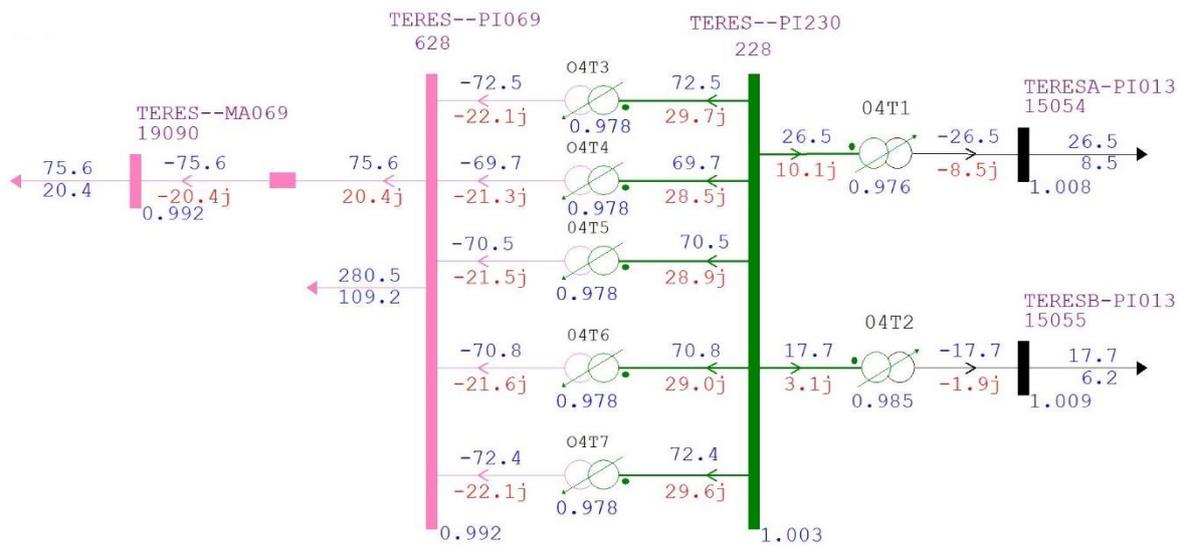


Figura 5-3 – SE Teresina – Ano 2039 – Regime Normal de Operação

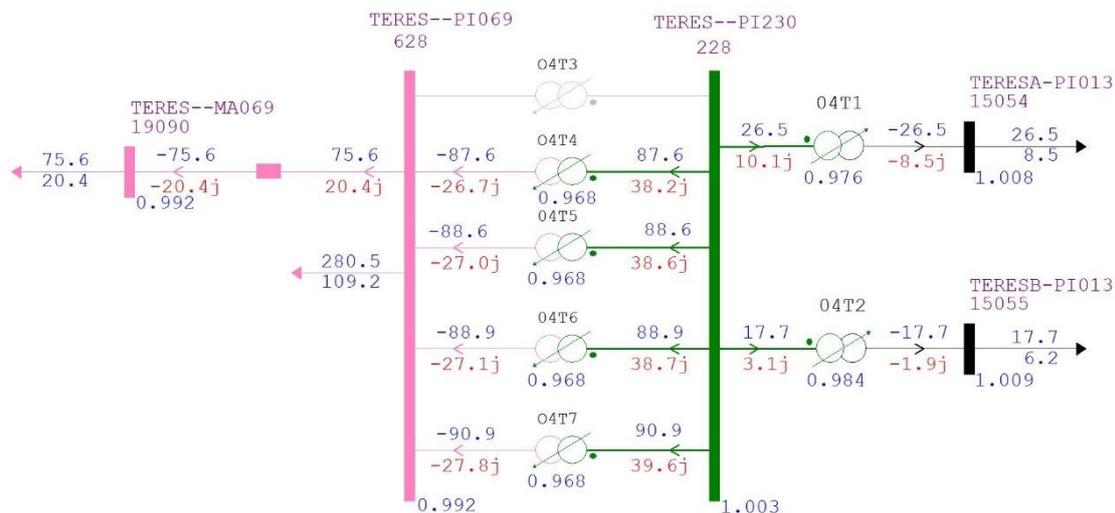


Figura 5-4 - SE Teresina – Ano 2039 – Contingência do transformador 230/69 kV 04T3

Observa-se, portanto, que a partir do ano 2039 o critério N-1 para a transformação 230/69 kV da SE Teresina não é mais atendido, visto que na contingência do transformador 04T3 o transformador 04T7 entra em sobrecarga.

Uma das opções para solucionar os problemas vislumbrados na Figura 5-2 seria a transferência da carga atendida pela transformação 230/13,8 kV para uma nova transformação 69/13,8 kV. Nesse caso, a sobrecarga na transformação 230/69 kV tende a ser antecipado para o ano 2035, conforme simulação mostrada na Figura 5-5. Faz-se necessária, portanto, a reavaliação da modulação da transformação 230/69 kV da SE Teresina.

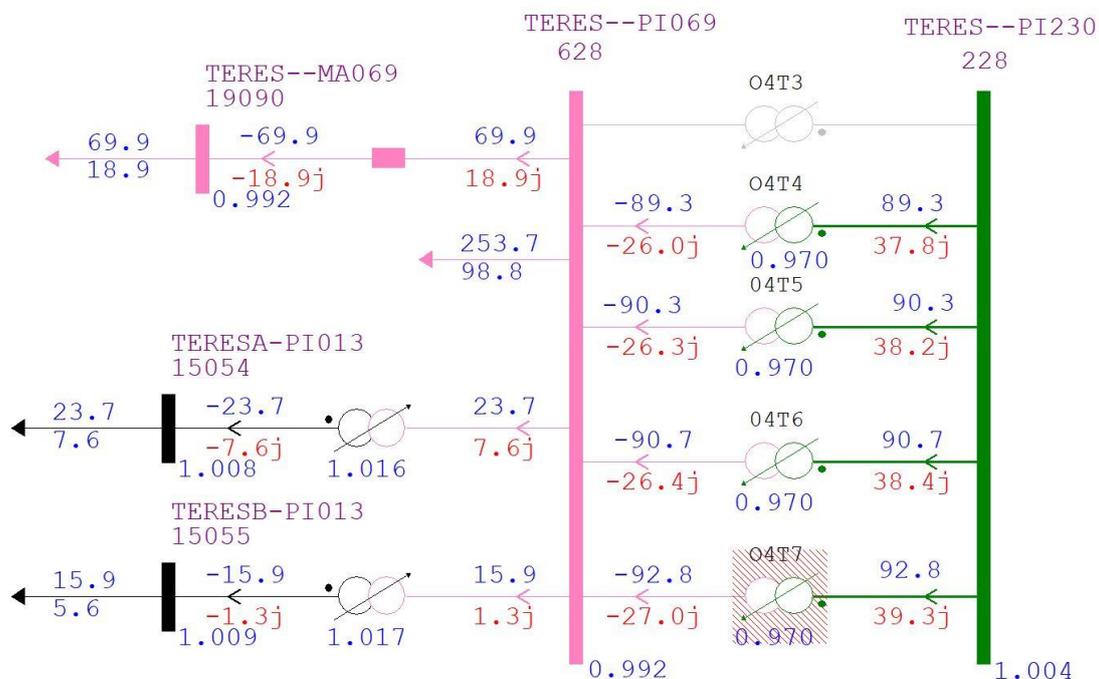


Figura 5-5 - SE Teresina – Ano 2035 – Implantação da transformação 69/13,8 kV e Contingência do transformador 230/69 kV 04T3

## 6. ALTERNATIVAS

---

De modo a resolver sistemicamente os problemas indicados no capítulo 5 foi vislumbrada a desativação da transformação 230/13,8 kV e a implantação da transformação 69/13,8 kV. Para fazer frente ao aumento de carregamento na transformação 230/69 kV e em face do atingimento de fim de vida útil regulatória de alguns equipamentos foi vislumbrada a alteração da modulação da transformação 230/69 kV.

### 6.1. Obras comuns

Como obra comum é prevista a desativação dos 2 transformadores 230/13,8 kV e implantação de 2 transformadores 69/13,8 kV de 50 MVA de modo que as cargas da Equatorial Piauí continuem a ser atendidas pelos atuais barramentos de 13,8 kV. Os novos transformadores 69/13,8 kV têm previsão de ser instalados na parte sul da subestação, ao lado do transformador 230/69 kV 04T7 e a conexão com o setor de 13,8 kV que se encontra na parte norte da subestação deve ser feita por meio de cabos isolados (ver item 12.3.1). Além disso, com a desativação da transformação 230/13,8 kV o disjuntor 14W1 será exclusivo para o transformador 230/69 kV 04T7, tornando-o compatível com os requisitos dos procedimentos de rede.

Outra possibilidade aventada para absorver as cargas atendidas pela transformação 230/13,8 kV foi a implantação de uma nova subestação de distribuição 69/13,8 kV em local distinto da atual SE Teresina. Essa alternativa, no entanto, foi descartada devido a maiores complexidades envolvidas, como necessidade de aquisição de terreno em área urbana densamente povoada, necessidade de implantação de novos circuitos ou seccionamento de linhas existentes, fatores esses que tornariam essa alternativa economicamente menos atrativa e de mais complexa implantação.

A modulação escolhida da transformação 69/13,8 kV da SE Teresina Foi facultada à distribuidora local, Equatorial Piauí. Em caso de modulação com mais de um transformador e operação do barramento de 13,8 kV fechado, a única limitação foi de que a potência total da transformação não poderia ultrapassar os 73,6 MVA, de forma a se evitar a ultrapassagem da capacidade de interrupção de curto-circuito dos disjuntores de 13,8 kV da SE Teresina, de 19,9 kA. Em resposta apresentada no item 12.4, a distribuidora escolheu a modulação de 2 x 50/60 MVA, com operação aberta do barramento de 13,8 kV.

### 6.2. Alternativa 1

A Alternativa 1 prevê para o ano 2028 a instalação de 2 novos transformadores 230/69 kV de 150 MVA em substituição aos transformadores 04T3 e 04T5 que serão desativados. Conforme apresentado na Seção 7.1, no ano 2031 faz-se necessária a substituição do transformador 04T4 pelo

terceiro transformador 230/69 kV de 150 MVA. A Figura 6-1 apresenta o diagrama esquemático da Alternativa 1.

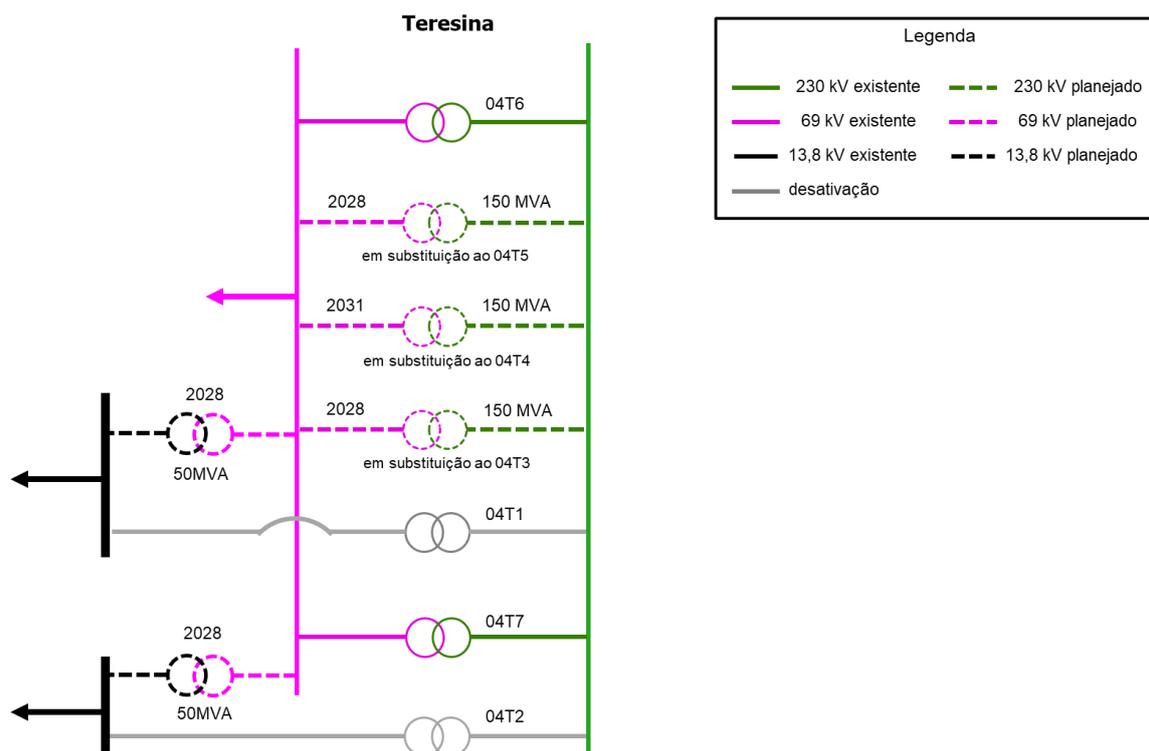
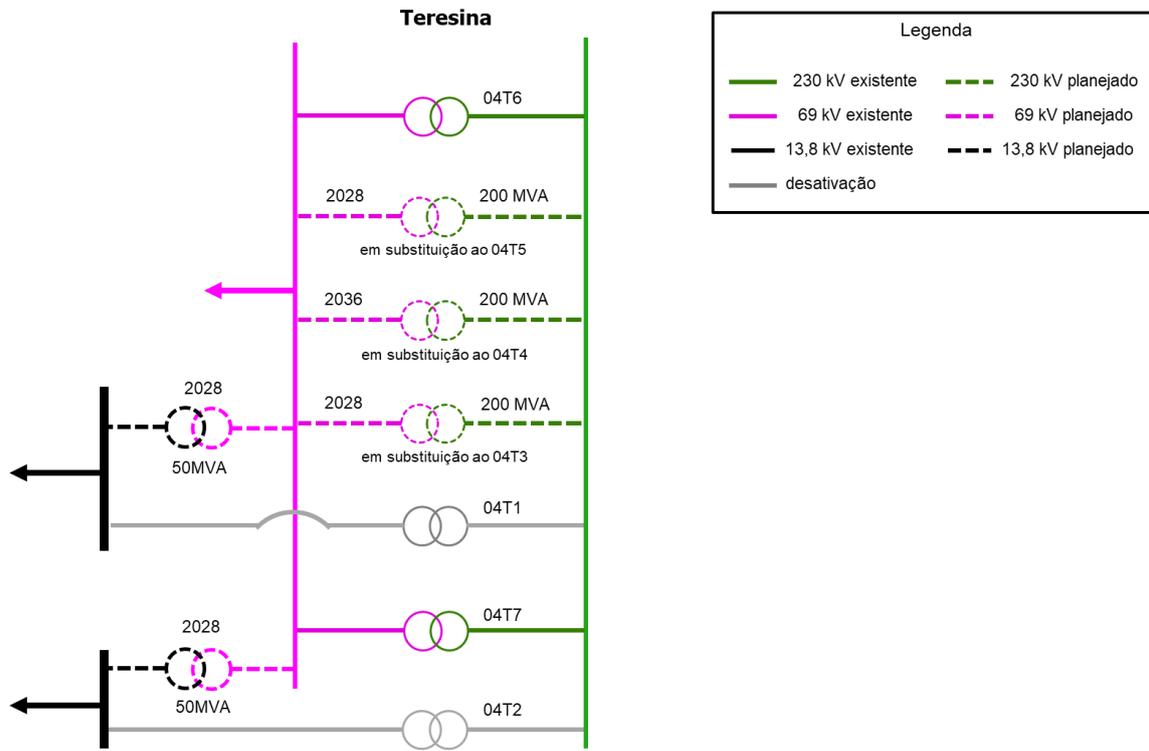


Figura 6-1 – Diagrama Esquemático - Alternativa 1

### 6.3. Alternativa 2

A Alternativa 2 prevê para o ano 2028 a instalação de 2 novos transformadores 230/69 kV de 200 MVA em substituição aos transformadores 04T3 e 04T5 que serão desativados. Conforme apresentado na Seção 7.2, no ano de 2036 faz-se necessária a substituição do transformador 04T4 pelo terceiro transformador 230/69 kV de 200 MVA. A Figura 6-2 apresenta o diagrama esquemático da Alternativa 2.



**Figura 6-2 - Diagrama Esquemático - Alternativa 2**

# 7. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DAS ALTERNATIVAS

## 7.1. Alternativa 1

A Figura 7-1 a Figura 7-6 mostram o desempenho da Alternativa 1 em contingências.

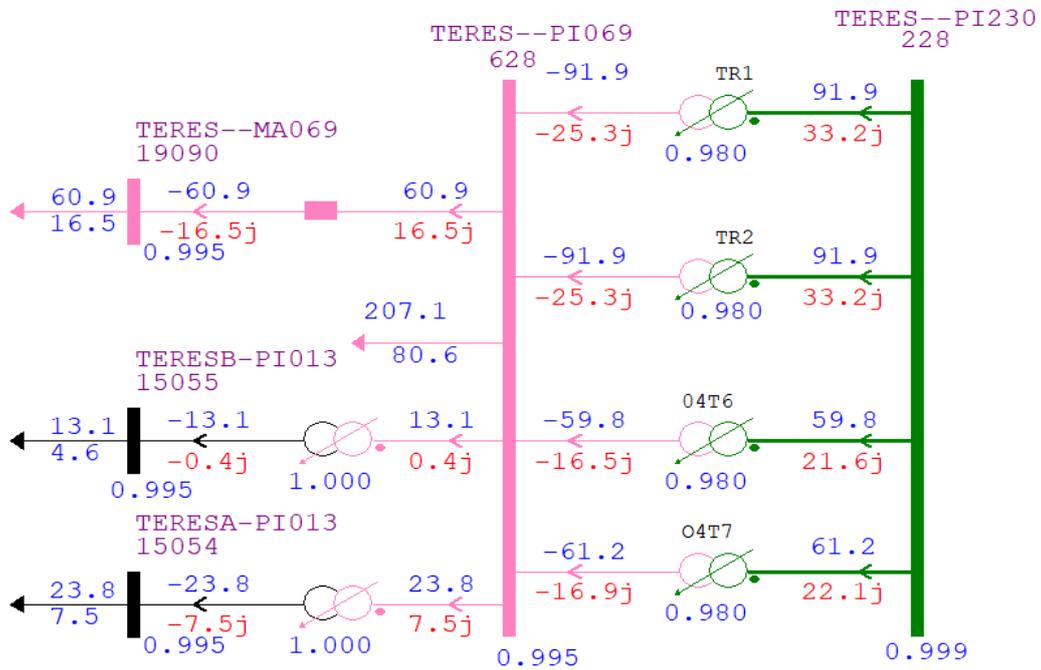


Figura 7-1 - Alternativa 1 – Ano 2028 – Regime Normal de Operação

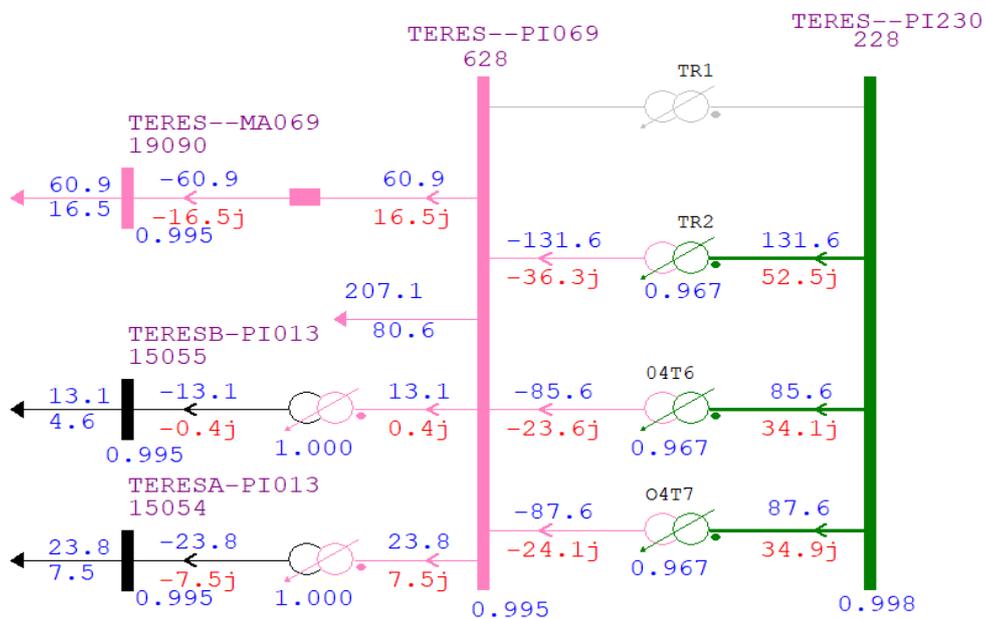


Figura 7-2 - Alternativa 1 – Ano 2028 – Contingência do TR1 230/69 kV 150 MVA

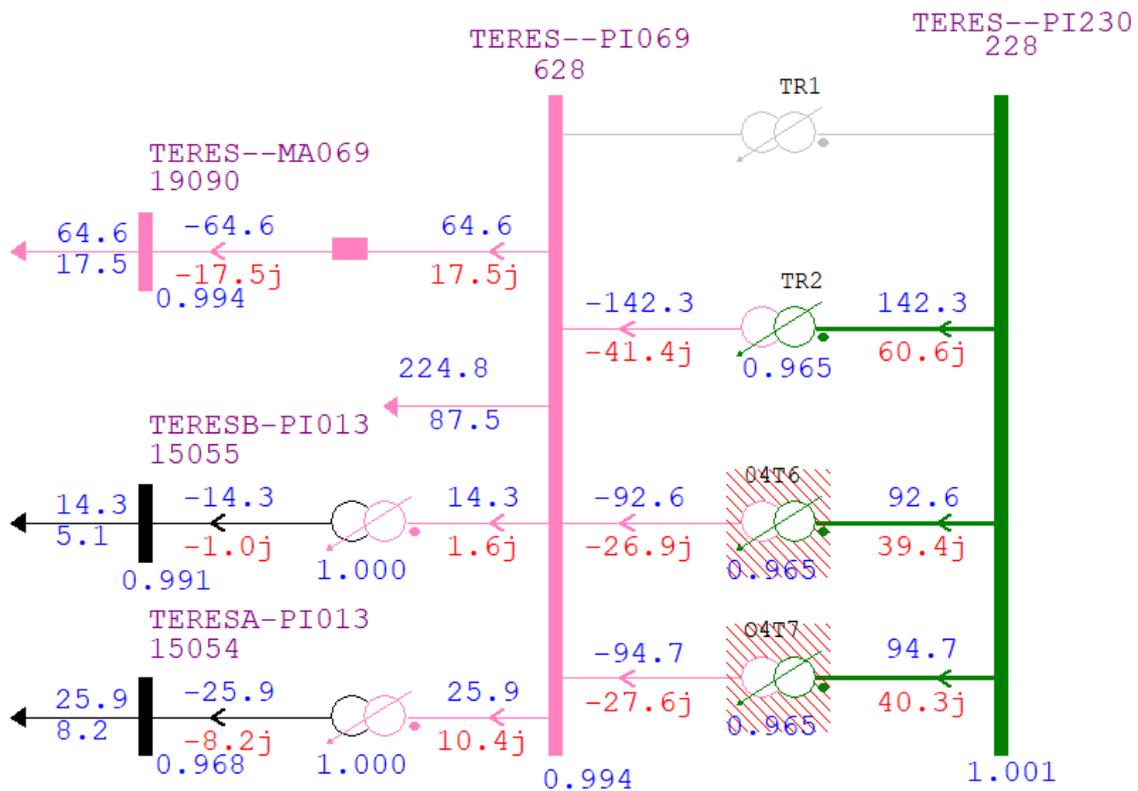


Figura 7-3 - Alternativa 1 – Ano 2031 – Contingência de TR1 230/69 kV 150 MVA e sobrecarga dos transformadores 04T6 e 04T7 de 100 MVA

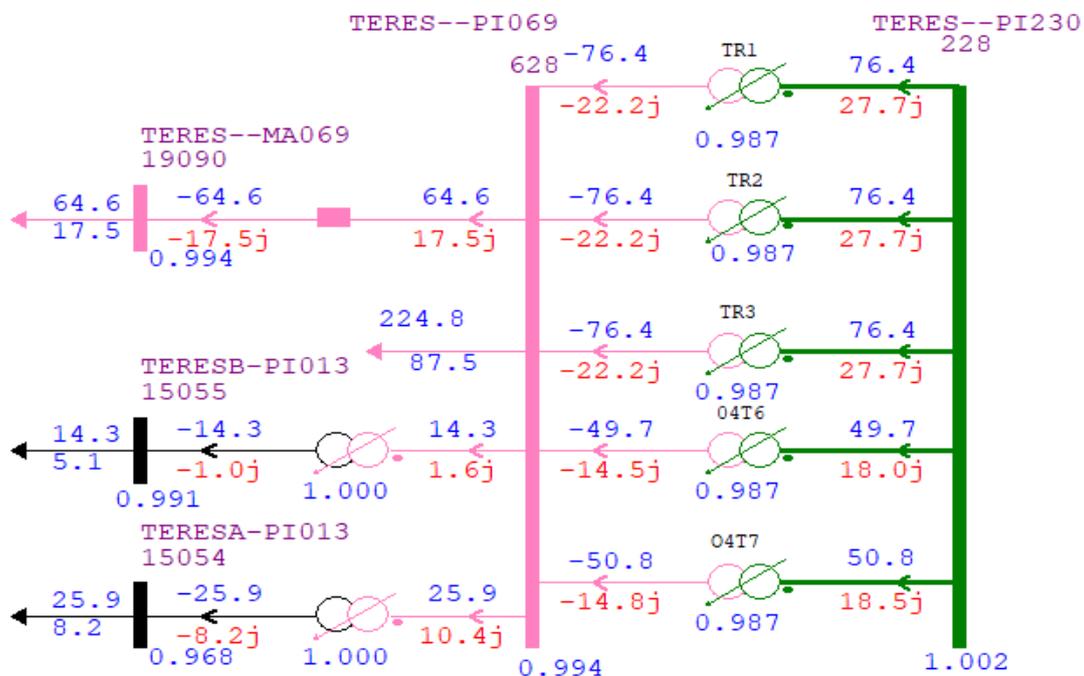


Figura 7-4 - Alternativa 1 – Ano 2031 – Regime Normal de Operação – Entrada em operação do 3º Transformador (TR3) 230/69 kV de 150 MVA

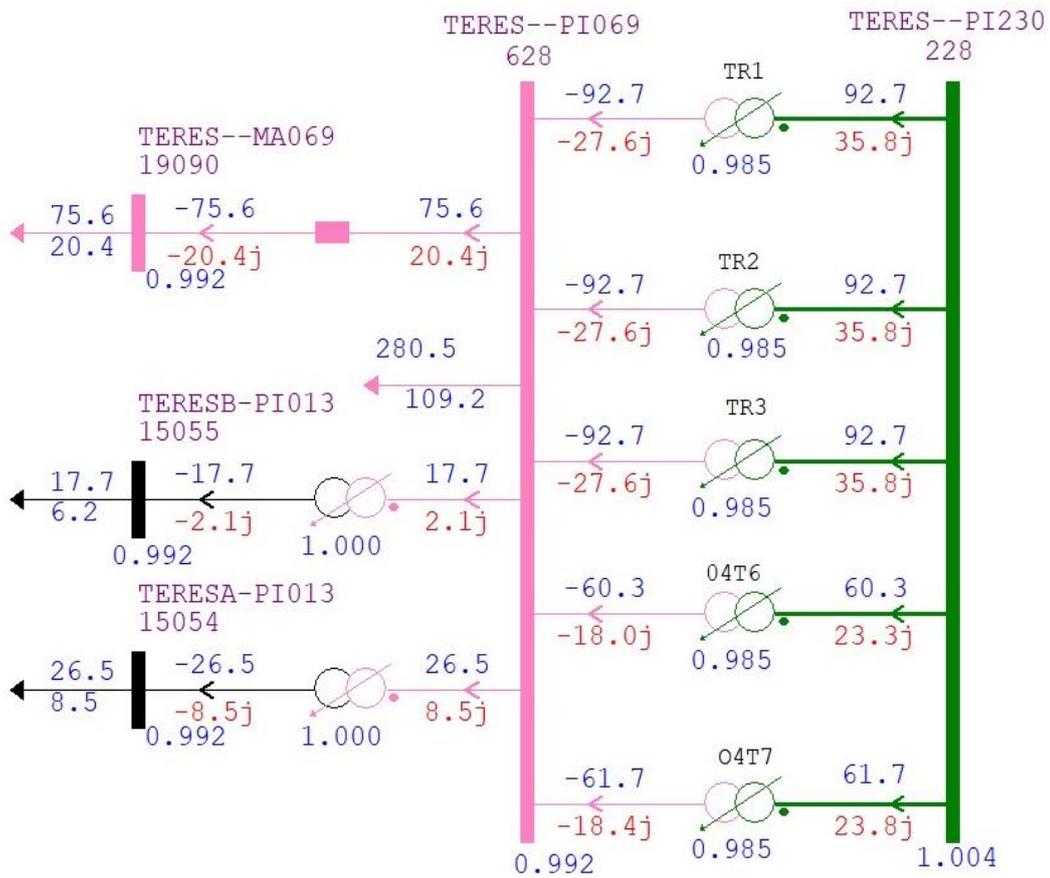


Figura 7-5 - Alternativa 1 – Ano 2039 – Regime Normal de Operação

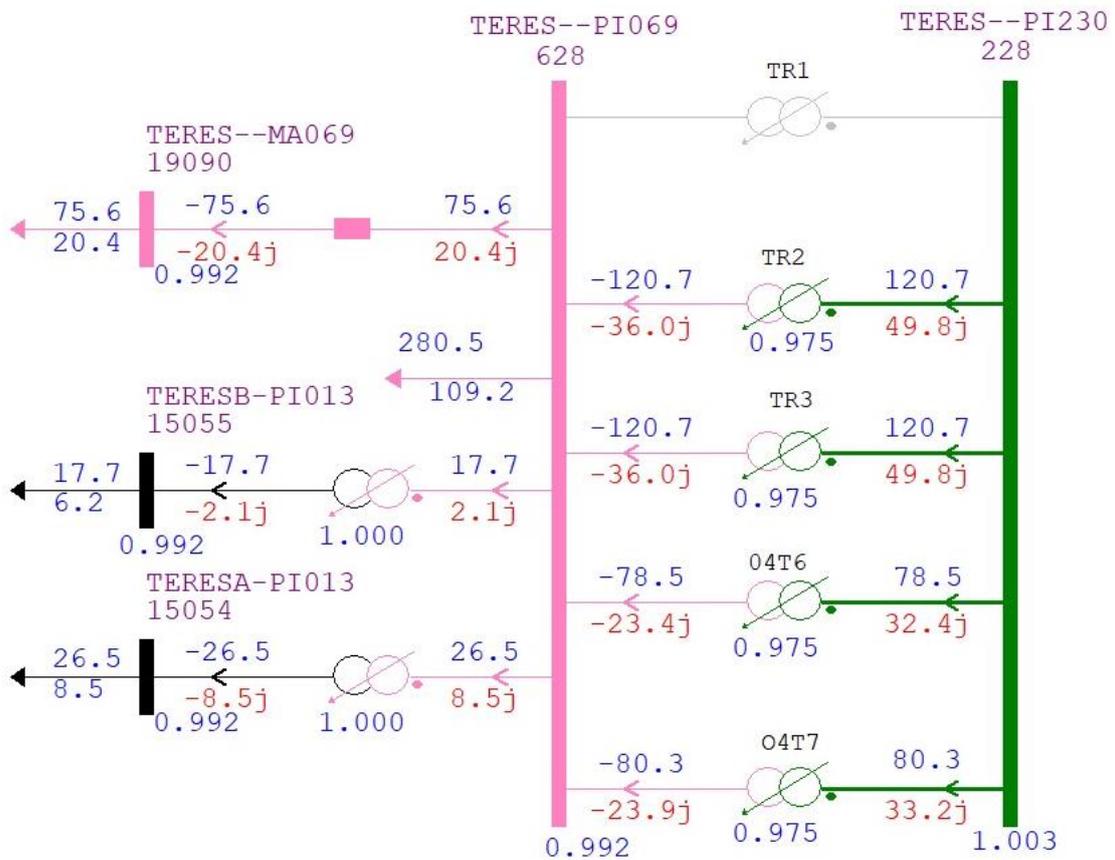


Figura 7-6 - Alternativa 1 – Ano 2039 – Contingência do TR1 230/69 kV 150 MVA

## 7.2. Alternativa 2

A Figura 7-7 a Figura 7-13 mostram o desempenho da Alternativa 1 em contingências.

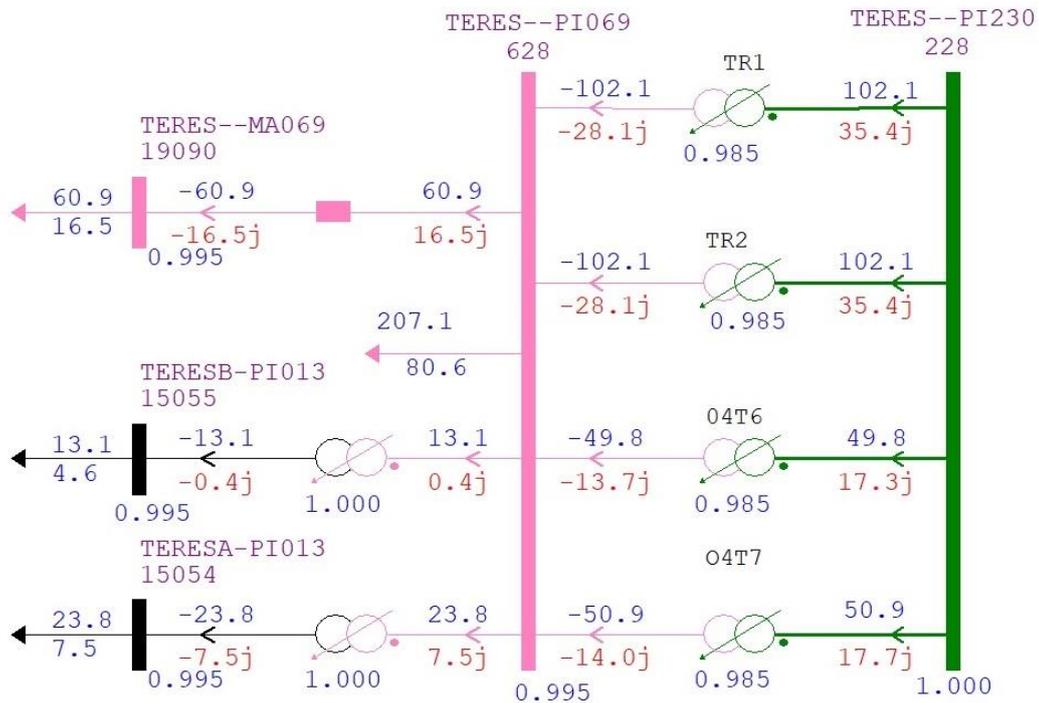


Figura 7-7 - Alternativa 2 – Ano 2028 – Regime Normal de Operação

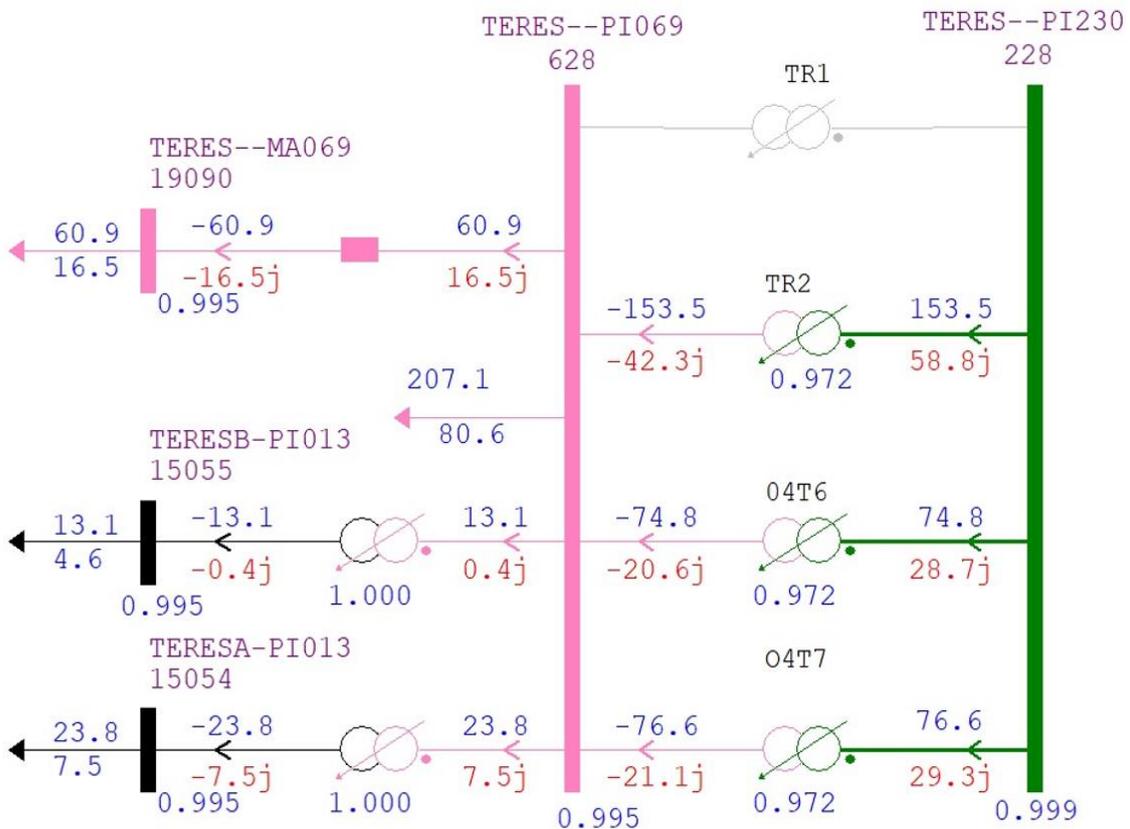


Figura 7-8 - Alternativa 2 – Ano 2028 – Contingência do TR1 230/69 kV 200 MVA

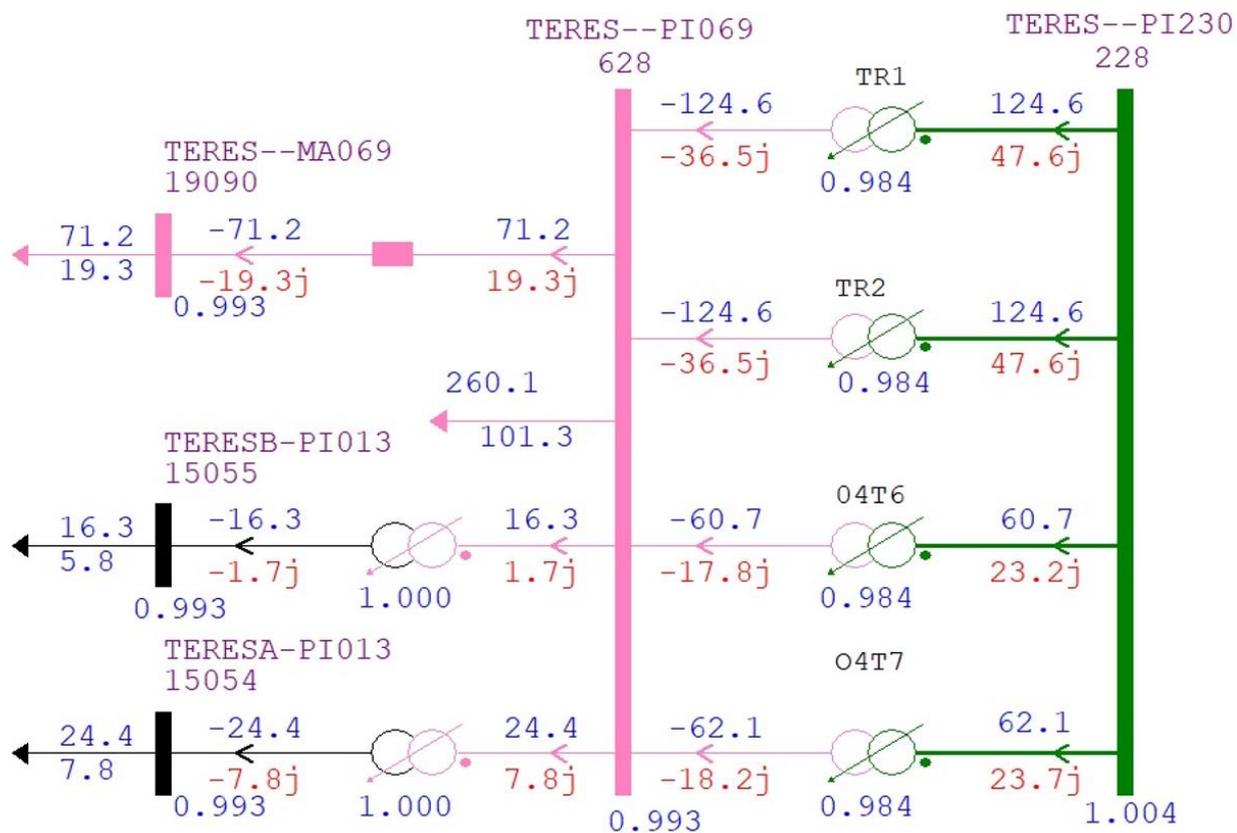


Figura 7-9 - Alternativa 2 – Ano 2036 – Regime Normal de Operação

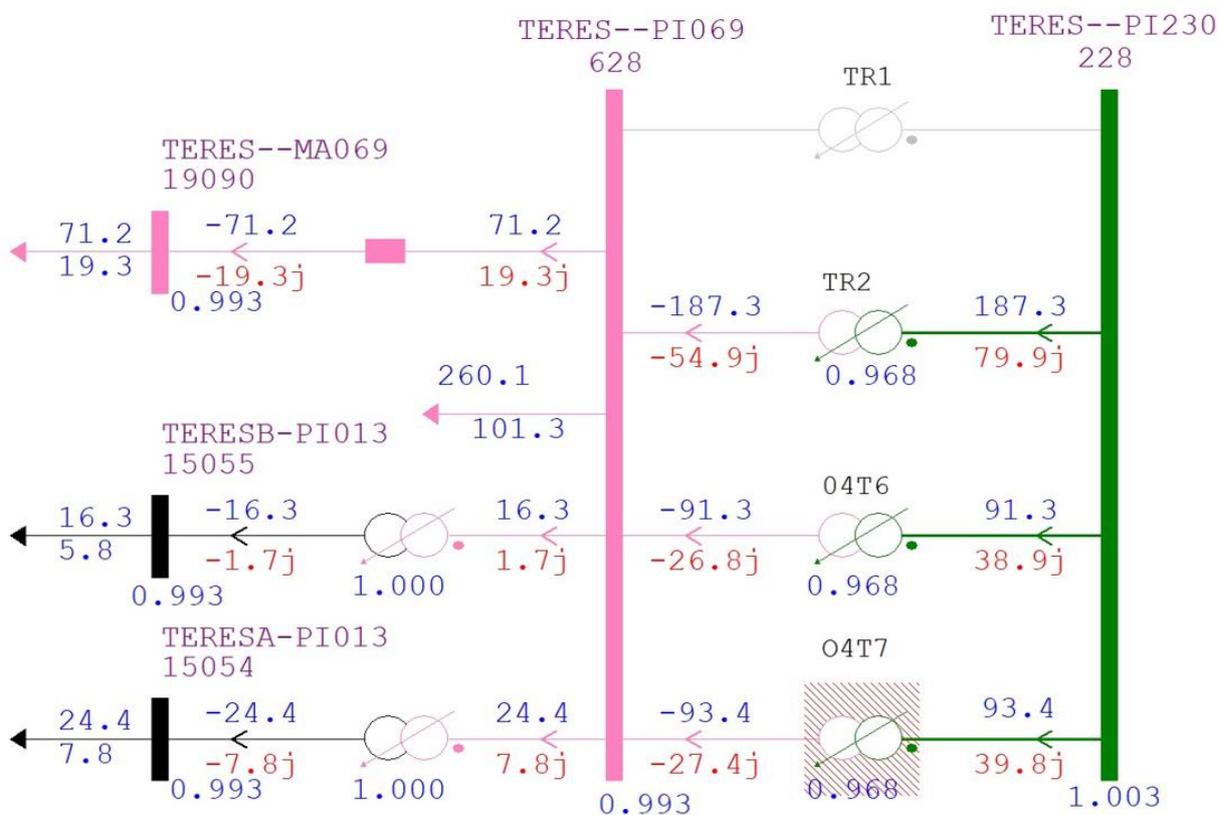


Figura 7-10 - Alternativa 2 – Ano 2036 – Contingência do TR1 230/69 kV 2000 MVA e sobrecarga do 04T7 de 200 MVA

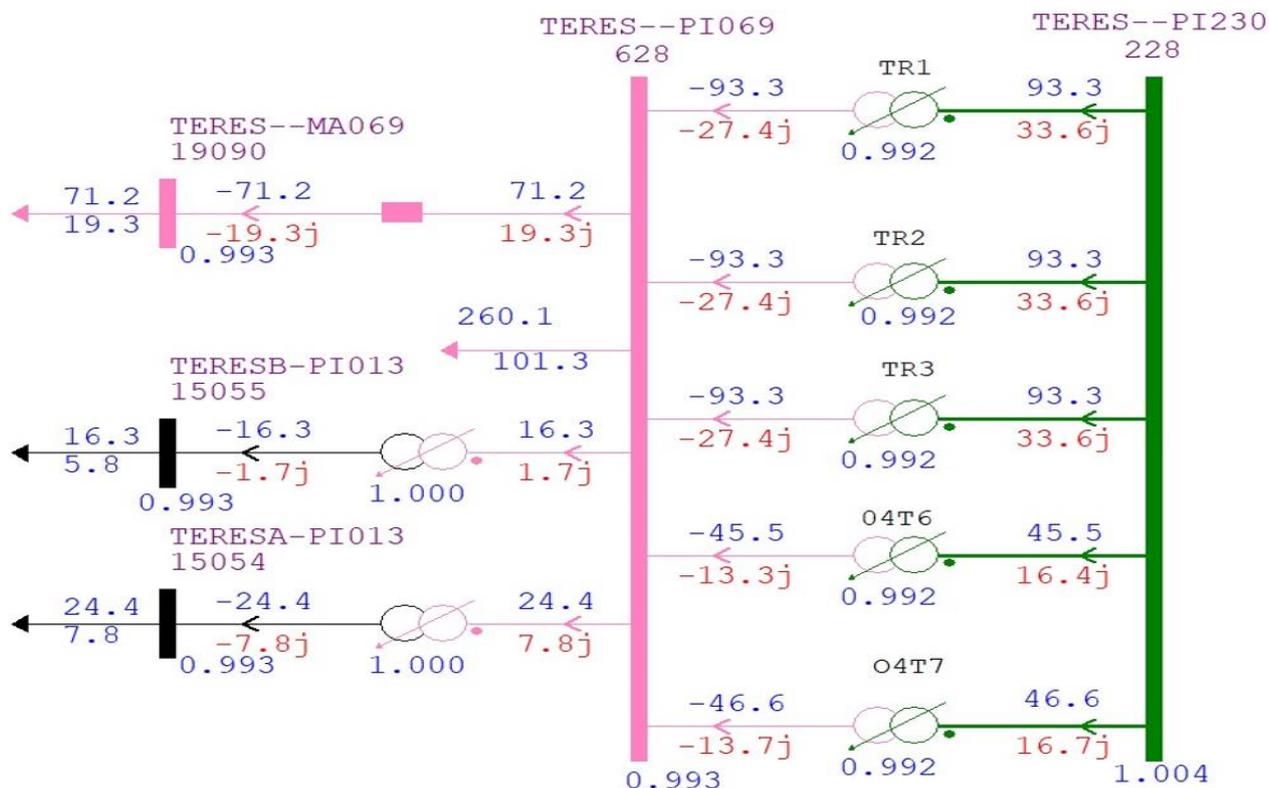


Figura 7-11 - Alternativa 2 – Ano 2036 – Regime Normal de Operação – Entrada em operação do 3º Transformador (TR3) 230/69 kV de 200 MVA

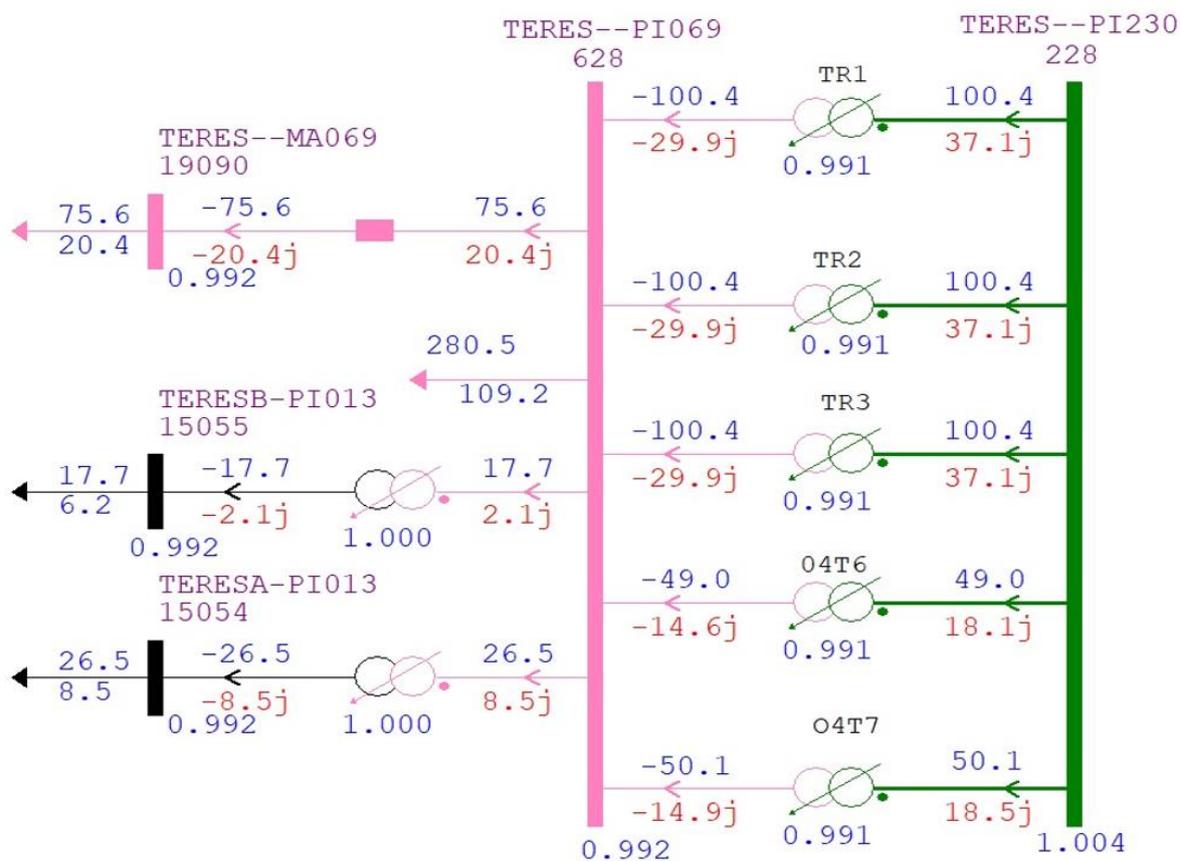


Figura 7-12 - Alternativa 2 – Ano 2039 – Regime Normal de Operação

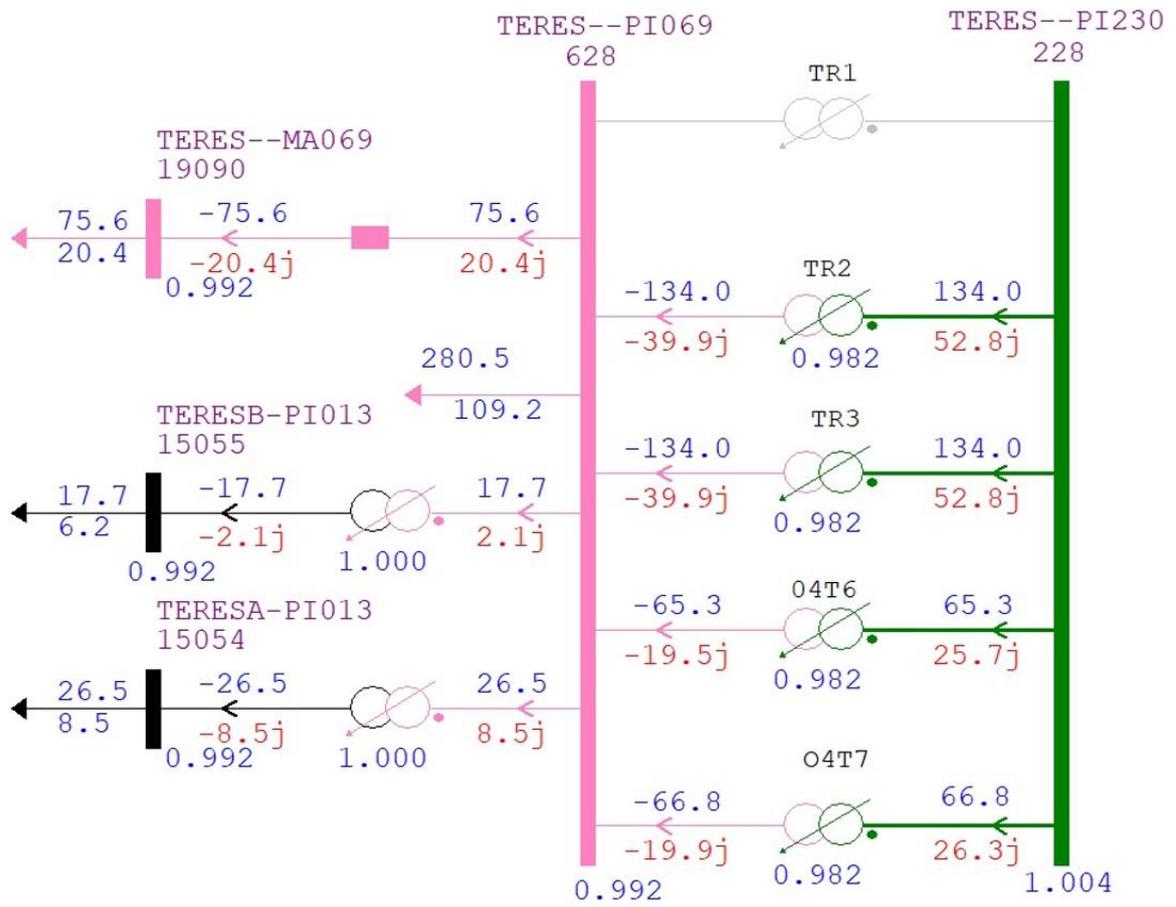


Figura 7-13 - Alternativa 2 – Ano 2039 – Contingência de 1 TR 230/69 kV 200 MVA

## 8. ANÁLISE ECONÔMICA

Para comparação dos custos entre as alternativas analisadas foi utilizado o documento: “Base de Referência de Preços ANEEL – março de 2024”, [4], e o método dos rendimentos necessários, com o truncamento das séries temporais no ano 2039

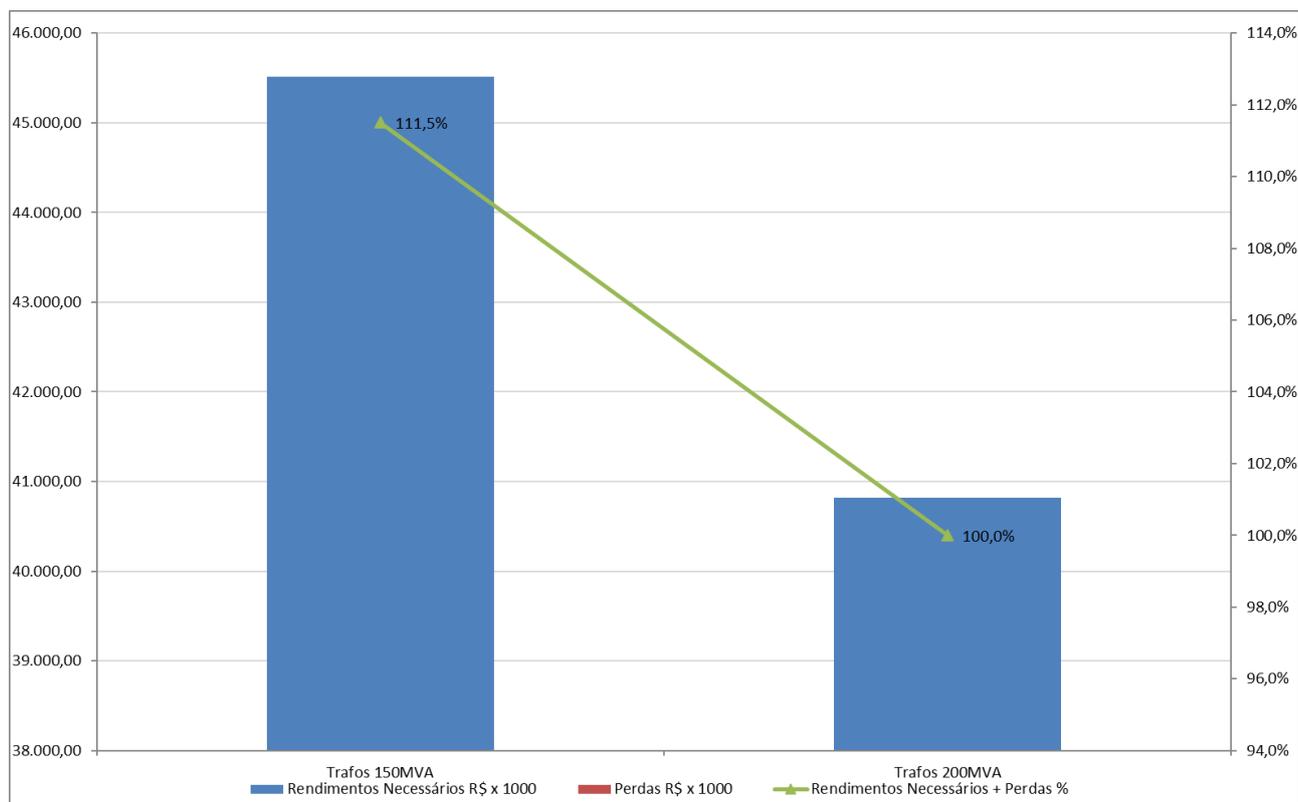
Os investimentos previstos ao longo do tempo são referidos ao ano 2028 com taxa de retorno de 8% ao ano. Salienta-se, no entanto, que esses são valores de referência, compostos por custos médios de mercado, e utilizados apenas para comparação de alternativas em estudos de planejamento, não servindo como base para orçamentos executivos do empreendimento.

O plano de obras e estimativa de custos de cada alternativa é apresentado no Anexo 12.2

A Tabela 8-1 e o gráfico da Figura 8-1 mostram a comparação econômica das alternativas

**Tabela 8-1 – Comparação Econômica**

Alternativas	Rendimentos Necessários Investimento (R\$ x 1000)	%	Ordem
Alternativa 1	45.518,45	111,5%	2º
Alternativa 2	40.818,60	100,0%	1º



**Figura 8-1 – Comparação Econômica de Alternativas**

Sob o ponto de vista técnico e econômico, recomenda-se a implantação da Alternativa 2, que é a alternativa de mínimo custo global.

## 9. CURTO-CIRCUITO

O cálculo dos níveis de curto-circuito foi efetuado considerando a implantação das obras indicadas na Seção 3, com base no sistema em regime subtransitário, com todas as máquinas sincronizadas, utilizando a base de dados referente ao PDE 2033, os resultados são apresentados na Tabela 9-1.

Tabela 9-1 - Níveis de Curto-Circuito Máximo (kA)

BARRA	Vbase kV	TRIFÁSICO				MONOFÁSICO				BIFÁSICO			
		Antes das obras recomendadas		Após as obras recomendadas		Antes das obras recomendadas		Após as obras recomendadas		Antes das obras recomendadas		Após as obras recomendadas	
		2028	2038	2028	2038	2028	2038	2028	2038	2028	2038	2028	2038
TERES--PI230	230	13,05	13,42	13,05	13,42	13,48	13,58	14,68	14,84	13,39	14,49	14,14	14,49
TERES--PI069	69	18,15	18,48	23,45	23,73	4,82	4,47	5,01	4,63	15,84	20,65	20,19	20,65
TERESA-PI013	13,8	18,15	18,23	15,12	15,17	18,23	18,28	15,82	15,86	18,20	15,58	15,54	15,58
TERESB-PI013	13,8	10,69	10,72	15,12	15,17	0,00	0,54	15,82	15,81	9,26	15,55	15,54	15,55
TERES2-PI500	500	14,76	17,28	14,76	17,28	16,23	18,42	16,23	18,42	15,65	17,97	15,65	17,97
TERES2-PI230	230	19,68	21,05	19,68	21,05	18,06	18,71	18,15	18,80	20,00	21,23	20,08	21,23
TERES2-PI069	69	14,07	14,22	14,07	14,22	7,59	7,63	7,59	7,63	12,44	12,62	12,44	12,62
TERES3-PI230	230	13,60	14,16	13,60	14,16	14,14	14,33	14,14	14,33	14,11	14,57	14,12	14,57
TERES3-PI069	69	19,78	20,23	19,78	20,23	8,51	8,54	8,51	8,54	17,45	17,83	17,45	17,83
TERES4-PI500	500	14,58	17,65	14,58	17,65	14,53	17,02	14,53	17,02	14,88	17,79	14,88	17,79

Não foram encontrados problemas de superação de equipamentos e nem níveis proibitivos de curto-circuito.

## 10. REFERÊNCIAS

---

- [1]. ONS. “Reunião Setorial PAR/PEL 2022 - Estado do Piauí” - 2022
- [2]. EPE-DEE-DEA-RE-062/2016-rev0 - “Diretrizes para Elaboração dos Relatórios Técnicos Referentes às Novas Instalações da Rede Básica”, EPE - julho/2016;
- [3]. “Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão de Sistemas de Transmissão”, CCPE/CTET - janeiro/2001;
- [4]. “Base de Referência de Preços ANEEL” – março/2024;
- [5]. ONS. CD-CT.NE.2OE.02 - “Manual de Procedimentos da Operação, Módulo 5 - Submódulo 5.11, Cadastro de Limites Operacionais de Linhas de Transmissão e Transformadores da Área 230 kV Oeste da Região Nordeste”
- [6]. ONS. DPL-REL-0019/2017 - “Estudos de Curto-Circuito Período 2017-2020 - Volume 2”

## 11. EQUIPE TÉCNICA

---

Igor Chaves – EPE/STE

Luiz Felipe Froede Lorentz – EPE/STE

Marcelo Willian Henriques Szrajbman – EPE/STE

Maria de Fátima Carvalho Gama – EPE/STE

Rafael de Carvalho Caetano – EPE/STE

Rafael Theodoro Alves e Mello – EPE/STE

Vinicius Ferreira Martins – EPE/STE

Mateus Gomes da Silva (estagiário) – EPE/STE

Washington Bergue Muniz da Rocha (estagiário) – EPE/STE

Agradecemos a colaboração dos seguintes técnicos para este estudo:

Natalia Barbosa de Moraes Trindade – Equatorial Piauí

Marise Alves Franco de Sá – Equatorial Piauí

## 12. ANEXOS

---

### 12.1. Parâmetros dos Equipamentos

#### Transformadores

Tabela 12-1 - Parâmetros dos Transformadores Novos

Subestação	Transformação	Unidade	Capacidade [MVA]	X (%) na base de 100 MVA	Ligação	$\Delta$ TAP
Teresina	230/69 kV	TR1	200/240	6,46	Y- $\Delta$	1,1/0,9
	230/69 kV	TR2	200/240	6,46	Y- $\Delta$	1,1/0,9
	230/69 kV	TR3	200/240	6,46	Y- $\Delta$	1,1/0,9
	69/13,8 kV	TR1	50/60	24,0	$\Delta$ -Y	1,1/0,9
	69/13,8 kV	TR2	50/60	24,0	$\Delta$ -Y	1,1/0,9

## 12.2. Plano de Obras das Alternativas (exceto obras comuns)

Tabela 12-2 - Plano de obras e estimativa de investimentos - Alternativa 1

Descrição	Terminal	Ano	Qtde.	Fator	Custo da Alternativa ( R\$ x 1000 )				
					Custo Unitário (sem fator)	Custo Total	VP	Parcela Anual	RN
					<b>81.599,10</b>	<b>75.991,40</b>	<b>7.248,24</b>	<b>45.518,45</b>	
<b>SE 230/69 kV TERESINA (Ampliação/Adequação)</b>					<b>81.599,10</b>	<b>75.991,40</b>	<b>7.248,24</b>	<b>45.518,45</b>	
1° e 2° TF 230/69 kV, 2 x 150 MVA 3Φ		2028	2	1	16007,95	32.015,90	32.015,90	2.843,89	20.302,43
3° TF 230/69 kV, 1 x 150 MVA 3Φ		2031	1	1	16007,95	16.007,95	12.707,63	1.421,95	6.486,72
CT (Conexão de Transformador) 230 kV, Arranjo BD4		2028	2	1	8178,6	16.357,20	16.357,20	1.452,97	10.372,69
CT (Conexão de Transformador) 230 kV, Arranjo BD4		2031	1	1	8178,6	8.178,60	6.492,44	726,48	3.314,12
CT (Conexão de Transformador) 69 kV, Arranjo BPT		2028	2	1	3013,15	6.026,30	6.026,30	535,30	3.821,49
CT (Conexão de Transformador) 69 kV, Arranjo BPT		2031	1	1	3013,15	3.013,15	2.391,94	267,65	1.220,99

Tabela 12-3 - Plano de obras e estimativa de investimentos - Alternativa 2

Descrição	Terminal	Ano	Qtde.	Fator	Custo da Alternativa ( R\$ x 1000 )				
					Custo Unitário (sem fator)	Custo Total	VP	Parcela Anual	RN
					<b>87.974,37</b>	<b>74.492,85</b>	<b>7.814,54</b>	<b>40.818,60</b>	
<b>SE 230/69 kV TERESINA (Ampliação/Adequação)</b>					<b>87.974,37</b>	<b>74.492,85</b>	<b>7.814,54</b>	<b>40.818,60</b>	
1° e 2° TF 230/69 kV, 2 x 200 MVA 3Φ		2028	2	1	18133,04	36.266,08	36.266,08	3.221,42	22.997,62
1° TF 230/69 kV, 1 x 200 MVA 3Φ		2036	1	1	18133,04	18.133,04	9.796,72	1.610,71	2.242,63
CT (Conexão de Transformador) 230 kV, Arranjo BD4		2028	2	1	8178,6	16.357,20	16.357,20	1.452,97	10.372,69
CT (Conexão de Transformador) 230 kV, Arranjo BD4		2036	1	1	8178,6	8.178,60	4.418,64	726,48	1.011,50
CT (Conexão de Transformador) 69 kV, Arranjo BPT		2028	2	1	3013,15	6.026,30	6.026,30	535,30	3.821,49
CT (Conexão de Transformador) 69 kV, Arranjo BPT		2036	1	1	3013,15	3.013,15	1.627,91	267,65	372,66

## 12.3. Consultas sobre a Viabilidade de Expansões das Subestações

### 12.3.1. Formulários de Consulta da EPE à Eletrobras Chesf sobre a SE Teresina

	<b>Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações</b>	Data: 10/08/2023
		Revisão:
		Página: 1 - 5

#### INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)

**ESTUDO:** Estudo de Suprimento à Região Leste do Estado do Maranhão e Centro-Norte Piauiense

#### ALTERNATIVA DE PLANEJAMENTO

A Alternativa 1 prevê a substituição dos transformadores 230/13,8 kV (04T1 e 04T2) por novos transformadores 230/13,8 kV de maior capacidade e com a proteção individualizada. Além disso é prevista a individualização da proteção do transformador 230/69 kV 04T7 e automatização da interligação das barras de 13,8 kV.

**Subestação:** Teresina

**Concessionária Proprietária:** CHESF

#### 1. Módulos de Manobra

<input checked="" type="checkbox"/>	CT	Quantidade: 2	Tensão <del>230/13,8</del> (kV): 230/13,8	Arranjo Prim.: BD5	Sec.: BPT	Ter:
<input type="checkbox"/>	EL	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
<input checked="" type="checkbox"/>	IB	Quantidade: 1	Tensão (kV): 13,8 kV	Arranjo: BPT <sup>(1)</sup>		
<input type="checkbox"/>	CCS	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
<input type="checkbox"/>	CRL	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
<input type="checkbox"/>	CRB	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
<input type="checkbox"/>	CTA	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
<input type="checkbox"/>	CC	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		

(1) Para viabilizar transferência automática de carga no barramento de 13,8 kV

#### 2. Módulos de Equipamentos

<input checked="" type="checkbox"/>	Transformadores	Quantidade: 2	Potência (MVA): 80	Tensão Prim./Sec. (kV): 230/13,8	Fase: trifásico
<input type="checkbox"/>	Reator	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:
<input type="checkbox"/>	Capacitor Shunt	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:
<input type="checkbox"/>	Capacitor Série	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:
<input type="checkbox"/>	Compensador Síncrono	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:

#### 3. Diagrama Esquemático

Ver documento anexo "Alternativas SE Teresina.pptx"

#### 4. Observações:

Conforme esboço do documento anexo, os novos transformadores 230/13,8 kV são previstos para serem posicionados nos locais onde atualmente se encontram os transformadores 230/13,8 kV (04T1 e 04T2), quanto às individualizações das proteções, além do disjuntor 14W1, foi vislumbrada a possibilidade de utilizar o espaço atualmente ocupado pelo EL referente à LT 230 kV Teresina – Coelho Neto, cuja desativação é prevista nesse estudo, e a extensão do barramento de 230 kV.



## Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 10/08/2023

Revisão:

Página: 2 - 5

### INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)

#### 4. Observações (continuação):

Solicitamos indicar a viabilidade de tal arranjo e caso não seja possível indicar qual seria uma solução factível.

**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 Melo (DJM).



## Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 10/08/2023

Revisão:

Página: 3 - 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

- |                          |     |             |                                      |                |       |      |
|--------------------------|-----|-------------|--------------------------------------|----------------|-------|------|
| <input type="checkbox"/> | CT  | Quantidade: | Tensão <del>Prim/Sec</del> /Ter (kV) | Arranjo Prim.: | Sec.: | Ter: |
| <input type="checkbox"/> | EL  | Quantidade: | Tensão (kV):                         | Arranjo:       |       |      |
| <input type="checkbox"/> | EL  | Quantidade: | Tensão (kV):                         | Arranjo:       |       |      |
| <input type="checkbox"/> | IB  | Quantidade: | Tensão (kV):                         | Arranjo:       |       |      |
| <input type="checkbox"/> | CCS | Quantidade: | Tensão (kV):                         | Arranjo:       |       |      |
| <input type="checkbox"/> | CRL | Quantidade: | Tensão (kV):                         | Arranjo:       |       |      |
| <input type="checkbox"/> | CRB | Quantidade: | Tensão (kV):                         | Arranjo:       |       |      |
| <input type="checkbox"/> | CTA | Quantidade: | Tensão (kV):                         | Arranjo:       |       |      |
| <input type="checkbox"/> | CC  | Quantidade: | Tensão (kV):                         | Arranjo:       |       |      |

#### 2. Módulos de Equipamentos

- |                          |                      |             |                  |                         |       |
|--------------------------|----------------------|-------------|------------------|-------------------------|-------|
| <input type="checkbox"/> | Transformadores      | Quantidade: | Potência (MVA):  | Tensão Prim./Sec. (kV): | Fase: |
| <input type="checkbox"/> | Reator               | Quantidade: | Potência (Mvar): | Tensão (kV):            | Fase: |
| <input type="checkbox"/> | Reator               | Quantidade: | Potência (Mvar): | Tensão (kV):            | Fase: |
| <input type="checkbox"/> | Capacitor Shunt      | Quantidade: | Potência (Mvar): | Tensão (kV):            | Fase: |
| <input type="checkbox"/> | Capacitor Série      | Quantidade: | Potência (Mvar): | Tensão (kV):            | Fase: |
| <input type="checkbox"/> | Compensador Síncrono | Quantidade: | Potência (Mvar): | Tensão (kV):            | Fase: |

#### 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: \_\_\_\_\_  
 Não \_\_\_\_\_



**Formulário de Consulta sobre a  
Viabilidade de Expansão de  
Subestações**

Data: 10/08/2023

Revisão:

Página: 4 - 5

**INFORMAÇÕES ADICIONAIS**

**5. Observações**

---

---

---

Rio de Janeiro, 10 de agosto de 2023.

Data da Solicitação

\_\_\_\_\_

Data da Entrega do Formulário

\_\_\_\_\_  
Thiago de Faria Rocha Dourado  
Superintendente  
STE/DEE/EPE

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Responsável pelas Informações Solicitadas  
Nome:  
Cargo:



**Formulário de Consulta sobre a  
Viabilidade de Expansão de  
Subestações**

Data: 10/08/2023

Revisão:

Página: 5 - 5

**ANEXO → DIAGRAMA UNIFILAR A SER INFORMADO PELA TRANSMISSORA**

## Alternativa 1

### Alternativa 1

- Individualizar proteção do TR5 230/69 kV (04T7)
- Troca dos trafos 230/13,8 kV (04T1 E 04T2) por capacidade maior + individualização da proteção
- automatização da interligação das barras de 13,8 kV
  
- Utilizar bay da EL 230 kV referente a LT Teresina – Coelho Neto (cuja desativação está sendo avaliada) para as individualizações das proteções



**INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)**
**ESTUDO:** Estudo de Suprimento à Região Leste do Estado do Maranhão e Centro-Norte Piauiense

**ALTERNATIVA DE PLANEJAMENTO**

A Alternativa 2 prevê a desativação dos transformadores 230/13,8 kV (04T1 e 04T2), a individualização da proteção do transformador 230/69 kV 04T7, a instalação de 2 transformadores 69/13,8 kV, e a automatização da interligação das barras de 13,8 kV.

**Subestação:** Teresina

**Concessionária Proprietária:** CHESF

**1. Módulos de Manobra**

<input checked="" type="checkbox"/>	CT	Quantidade: 2	Tensão Prim./Sec. (kV): 69/13,8	Arranjo Prim.: BPT	Sec.: BPT	Ter:
<input type="checkbox"/>	EL	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
<input checked="" type="checkbox"/>	IB	Quantidade: 1	Tensão (kV): 13,8 kV	Arranjo: BPT <sup>(1)</sup>		
<input type="checkbox"/>	CCS	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
<input type="checkbox"/>	CRL	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
<input type="checkbox"/>	CRB	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
<input type="checkbox"/>	CTA	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
<input type="checkbox"/>	CC	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		

(1) Para viabilizar transferência automática de carga no barramento de 13,8 kV

**2. Módulos de Equipamentos**

<input checked="" type="checkbox"/>	Transformadores	Quantidade: 2	Potência (MVA): 80	Tensão Prim./Sec. (kV): 69/13,8	Fase: trifásico
<input type="checkbox"/>	Reator	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:
<input type="checkbox"/>	Capacitor Shunt	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:
<input type="checkbox"/>	Capacitor Série	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:
<input type="checkbox"/>	Compensador Síncrono	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:

**3. Diagrama Esquemático**

Ver documento anexo "Alternativas SE Teresina.pptx"

**4. Observações:**

Conforme esboço no documento anexo, foram vislumbradas 2 possibilidades de instalação da transformação 69/13,8 kV:

A2a: instalação dos 2 transformadores 69/13,8 kV na posição atualmente ocupada pelos transformadores 230/13,8 kV, com extensão do barramento de 69 kV e transferência do disjuntor 'dis' 14D1 para liberação de espaço para conexão dos transformadores 69/13,8 kV



## Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 10/08/2023

Revisão:

Página: 2 - 5

### INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)

#### 4. Observações (continuação):

A2b: instalação dos 2 transformadores 69/13,8 kV ao lado do transformador 230/69 kV 04T6, com a extensão do barramento de 69 kV para conexão dos transformadores 69/13,8 kV, e conexão ao pátio de 13,8 kV por meio de cabo isolado

Solicitamos indicar a viabilidade de cada uma dessas alternativas e que seja indicada qual a alternativa preferencial. Caso não sejam viáveis indicar qual seria uma solução factível.

**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: 10/08/2023

Revisão:

Página: 3 - 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

- |                          |     |             |                            |                |       |      |
|--------------------------|-----|-------------|----------------------------|----------------|-------|------|
| <input type="checkbox"/> | CT  | Quantidade: | Tensão Prim./Sec./Ter (kV) | Arranjo Prim.: | Sec.: | Ter: |
| <input type="checkbox"/> | EL  | Quantidade: | Tensão (kV):               | Arranjo:       |       |      |
| <input type="checkbox"/> | EL  | Quantidade: | Tensão (kV):               | Arranjo:       |       |      |
| <input type="checkbox"/> | IB  | Quantidade: | Tensão (kV):               | Arranjo:       |       |      |
| <input type="checkbox"/> | CCS | Quantidade: | Tensão (kV):               | Arranjo:       |       |      |
| <input type="checkbox"/> | CRL | Quantidade: | Tensão (kV):               | Arranjo:       |       |      |
| <input type="checkbox"/> | CRB | Quantidade: | Tensão (kV):               | Arranjo:       |       |      |
| <input type="checkbox"/> | CTA | Quantidade: | Tensão (kV):               | Arranjo:       |       |      |
| <input type="checkbox"/> | CC  | Quantidade: | Tensão (kV):               | Arranjo:       |       |      |

#### 2. Módulos de Equipamentos

- |                          |                      |             |                  |                         |       |
|--------------------------|----------------------|-------------|------------------|-------------------------|-------|
| <input type="checkbox"/> | Transformadores      | Quantidade: | Potência (MVA):  | Tensão Prim./Sec. (kV): | Fase: |
| <input type="checkbox"/> | Reator               | Quantidade: | Potência (Mvar): | Tensão (kV):            | Fase: |
| <input type="checkbox"/> | Reator               | Quantidade: | Potência (Mvar): | Tensão (kV):            | Fase: |
| <input type="checkbox"/> | Capacitor Shunt      | Quantidade: | Potência (Mvar): | Tensão (kV):            | Fase: |
| <input type="checkbox"/> | Capacitor Série      | Quantidade: | Potência (Mvar): | Tensão (kV):            | Fase: |
| <input type="checkbox"/> | Compensador Síncrono | Quantidade: | Potência (Mvar): | Tensão (kV):            | Fase: |

#### 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: \_\_\_\_\_  
 Não \_\_\_\_\_



**Formulário de Consulta sobre a  
Viabilidade de Expansão de  
Subestações**

Data: 10/08/2023

Revisão:

Página: 4 - 5

**INFORMAÇÕES ADICIONAIS**

**5. Observações**

---

---

---

Rio de Janeiro, 10 de agosto de 2023

Data da Solicitação

\_\_\_\_\_

Data da Entrega do Formulário

\_\_\_\_\_  
Thiago de Faria Rocha Dourado

Superintendente  
STE/DEE/EPE

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Responsável pelas Informações Solicitadas

Nome:  
Cargo:

 Empresa de Pesquisa Energética	<b>Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações</b>
---	--

Data: 10/08/2023
Revisão:
Página: 5 - 5

**ANEXO → DIAGRAMA UNIFILAR A SER INFORMADO PELA TRANSMISSORA**

## Alternativa 2a – Instalação de transformação 69/13,8 kV

### Alternativa 2

- Individualizar proteção do TR5 230/69 kV (04T7)
- Desativação da transformação 230/13,8 kV + instalação de nova transformação 69/13,8 kV
- Trafos 69/13,8 kV posicionados no locais dos atuais trafos 230/13,8 kV
- Extensão do barramento de 69 kV e transferência do disjuntor 'tie' 14D1 para liberação de espaço pra conexão dos trafos 69/13,8 kV



## Alternativa 2b – Instalação de transformação 69/13,8 kV

### Alternativa 2

- Individualizar proteção do TR5 230/69 kV (04T7)
- Desativação da transformação 230/13,8 kV + instalação de nova transformação 69/13,8 kV
- Trafos 69/13,8 kV posicionados ao lado do trafo 230/69 kV 04T6
- Extensão do barramento de 69 kV para conexão dos trafos 69/13,8 kV



## 12.3.2. Resposta da Eletrobras Chesf à Consulta da EPE sobre a SE Teresina

	<b>Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações</b>	Data: 10/08/2023
		Revisão:
		Página: 1 - 5

### INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)

**ESTUDO:** Estudo de Suprimento à Região Leste do Estado do Maranhão e Centro-Norte Piauiense

#### ALTERNATIVA DE PLANEJAMENTO

A Alternativa 1 prevê a substituição dos transformadores 230/13,8 kV (04T1 e 04T2) por novos transformadores 230/13,8 kV de maior capacidade e com a proteção individualizada. Além disso é prevista a individualização da proteção do transformador 230/69 kV 04T7 e automatização da interligação das barras de 13,8 kV.

**Subestação:** Teresina

**Concessionária Proprietária:** CHESF

#### 1. Módulos de Manobra

<input checked="" type="checkbox"/>	CT	Quantidade:2	Tensão Prim/Sec (kV): 230/13,8	Arranjo Prim.: BD5	Sec.: BPT	Ter:
<input type="checkbox"/>	EL	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
<input checked="" type="checkbox"/>	IB	Quantidade: 1	Tensão (kV): 13,8 kV	Arranjo: BPT <sup>(1)</sup>		
<input type="checkbox"/>	CCS	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
<input type="checkbox"/>	CRL	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
<input type="checkbox"/>	CRB	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
<input type="checkbox"/>	CTA	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
<input type="checkbox"/>	CC	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		

(1) Para viabilizar transferência automática de carga no barramento de 13,8 kV

#### 2. Módulos de Equipamentos

<input checked="" type="checkbox"/>	Transformadores	Quantidade:2	Potência (MVA): 80	Tensão Prim./Sec. (kV): 230/13,8	Fase: trifásico
<input type="checkbox"/>	Reator	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:
<input type="checkbox"/>	Capacitor Shunt	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:
<input type="checkbox"/>	Capacitor Série	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:
<input type="checkbox"/>	Compensador Síncrono	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:

#### 3. Diagrama Esquemático

Ver documento anexo "Alternativas SE Teresina.pptx"

#### 4. Observações:

Conforme esboço do documento anexo, os novos transformadores 230/13,8 kV são previstos para serem posicionados nos locais onde atualmente se encontram os transformadores 230/13,8 kV (04T1 e 04T2), quanto às individualizações das proteções, além do disjuntor 14W1, foi vislumbrada a possibilidade se utilizar o espaço atualmente ocupado pelo EL referente à LT 230 kV Teresina – Coelho Neto, cuja desativação é prevista nesse estudo, e a extensão do barramento de 230 kV.



## Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 10/08/2023

Revisão:

Página: 2 - 5

### INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)

#### 4. Observações (continuação):

Solicitamos indicar a viabilidade de tal arranjo e caso não seja possível indicar qual seria uma solução factível.

**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: 10/08/2023

Revisão:

Página: 3 - 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

<input checked="" type="checkbox"/>	CT	Quantidade: 02	Tensão Prim/Sec/Ter (kV) 230	Arranjo Prim.:	BD5CH	BPT	Sec.:	Ter:
<input type="checkbox"/>	EL	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:				
<input type="checkbox"/>	EL	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:				
<input checked="" type="checkbox"/>	IB	Quantidade: 01	Tensão (kV): 13,8 kV	Arranjo:				
<input type="checkbox"/>	CCS	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:				
<input type="checkbox"/>	CRL	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:				
<input type="checkbox"/>	CRB	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:				
<input type="checkbox"/>	CTA	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:				
<input type="checkbox"/>	CC	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:				

#### 2. Módulos de Equipamentos

<input type="checkbox"/>	Transformadores	Quantidade:	Potência (MVA):	Tensão Prim./Sec. (kV):	Fase:
<input type="checkbox"/>	Reator	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:
<input type="checkbox"/>	Reator	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:
<input type="checkbox"/>	Capacitor Shunt	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:
<input type="checkbox"/>	Capacitor Série	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:
<input type="checkbox"/>	Compensador Síncrono	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:

#### 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: \_\_\_\_\_  
 Não \_\_\_\_\_



## Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 10/08/2023

Revisão:

Página: 4 - 5

### INFORMAÇÕES ADICIONAIS

#### 5. Observações

A ampliação da barra de 230 kV prevista na alternativa 1 possui elevada complexidade de implantação, podendo-se concluir como inviável do ponto de vista prático, em função dos impactos na infraestrutura existente da subestação, como o acesso à casa de comando, bem como foi verificada a necessidade de deslocamento da linha de distribuição 02J1 (Timon) da Equatorial para permitir a expansão do barramento, o que aumenta a dificuldade de implementação. Com relação ao automatismo da interligação das barras de 13,8 kV, somente é possível com o uso de cabo isolado, devido à falta de espaço físico para uma solução convencional.

Rio de Janeiro, 10 de agosto de 2023

#### Data da Solicitação

Thiago de Faria  
Rocha Dourado  
Martins

Assinado de forma digital por  
Thiago de Faria Rocha Dourado  
Martins  
Dados: 2023.08.10 16:09:31  
-03'00'

**Thiago de Faria Rocha Dourado**

**Superintendente**

**STE/DEE/EPE**

Recife, 05 de setembro de 2023

#### Data da Entrega do Formulário

  
LUCIANO RIBEIRO  
GERENTE DETC  
ID. 256658

**2023.09.05**

**16:25:38 -03'00'**

**Assinatura do Responsável pelas Informações Solicitadas**

**Nome:** Luciano Ribeiro do Vale Jardelino da Costa

**Cargo:** Gerente de Departamento (DETC)



**Formulário de Consulta sobre a  
Viabilidade de Expansão de  
Subestações**

Data: 10/08/2023

Revisão:

Página: 5 - 5

**ANEXO → DIAGRAMA UNIFILAR A SER INFORMADO PELA TRANSMISSORA**

003-TSA04-AP-EM-DU-R0-FL1-2 - DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO - FOLHA 1

004-TSA04-AP-EM-PS-R0-FL1-2 - PLANTA DE SITUAÇÃO E LOCALIZAÇÃO - FOLHA 1



## Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 10/08/2023

Revisão:

Página: 1 - 5

### INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)

**ESTUDO:** Estudo de Suprimento à Região Leste do Estado do Maranhão e Centro-Norte Piauiense

#### ALTERNATIVA DE PLANEJAMENTO

A Alternativa 2 prevê a desativação dos transformadores 230/13,8 kV (04T1 e 04T2), a individualização da proteção do transformador 230/69 kV 04T7, a instalação de 2 transformadores 69/13,8 kV, e a automatização da interligação das barras de 13,8 kV.

**Subestação:** Teresina

**Concessionária Proprietária:** CHESF

#### 1. Módulos de Manobra

<input checked="" type="checkbox"/>	CT	Quantidade:2	Tensão Prim/Sec (kV): 69/13,8	Arranjo Prim.: BPT	Sec.: BPT	Ter:
<input type="checkbox"/>	EL	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
<input checked="" type="checkbox"/>	IB	Quantidade: 1	Tensão (kV): 13,8 kV	Arranjo: BPT <sup>(1)</sup>		
<input type="checkbox"/>	CCS	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
<input type="checkbox"/>	CRL	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
<input type="checkbox"/>	CRB	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
<input type="checkbox"/>	CTA	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		
<input type="checkbox"/>	CC	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:		

(1) Para viabilizar transferência automática de carga no barramento de 13,8 kV

#### 2. Módulos de Equipamentos

<input checked="" type="checkbox"/>	Transformadores	Quantidade:2	Potência (MVA): 80	Tensão Prim./Sec. (kV): 69/13,8	Fase: trifásico
<input type="checkbox"/>	Reator	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:
<input type="checkbox"/>	Capacitor Shunt	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:
<input type="checkbox"/>	Capacitor Série	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:
<input type="checkbox"/>	Compensador Síncrono	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):	Fase:

#### 3. Diagrama Esquemático

Ver documento anexo "Alternativas SE Teresina.pptx"

#### 4. Observações:

Conforme esboço no documento anexo, foram vislumbradas 2 possibilidades de instalação da transformação 69/13,8 kV:

A2a: Instalação dos 2 transformadores 69/13,8 kV na posição atualmente ocupada pelos transformadores 230/13,8 kV, com extensão do barramento de 69 kV e transferência do disjuntor 'tie' 14D1 para liberação de espaço pra conexão dos transformadores 69/13,8 kV



## Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 10/08/2023

Revisão:

Página: 2 - 5

### INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)

#### 4. Observações (continuação):

A2b: Instalação dos 2 transformadores 69/13,8 kV ao lado do transformador 230/69 kV 04T6, com a extensão do barramento de 69 kV para conexão dos transformadores 69/13,8 kV, e conexão ao pátio de 13,8 kV por meio de cabo isolado

Solicitamos indicar a viabilidade de cada uma dessas alternativas e que seja indicada qual a alternativa preferencial. Caso não sejam viáveis indicar qual seria uma solução factível.

**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: 10/08/2023

Revisão:

Página: 3 - 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

<input checked="" type="checkbox"/>	CT	Quantidade: 02	Tensão Prim/Sec/Ter (kV)	69/13,8	Arranjo Prim.:	BPT	BPT	Sec.:	Ter:
<input type="checkbox"/>	EL	Quantidade:	Tensão (kV):		Arranjo:				
<input type="checkbox"/>	EL	Quantidade:	Tensão (kV):		Arranjo:				
<input checked="" type="checkbox"/>	IB	Quantidade: 01	Tensão (kV):	13,8	Arranjo:				
<input type="checkbox"/>	CCS	Quantidade:	Tensão (kV):		Arranjo:				
<input type="checkbox"/>	CRL	Quantidade:	Tensão (kV):		Arranjo:				
<input type="checkbox"/>	CRB	Quantidade:	Tensão (kV):		Arranjo:				
<input type="checkbox"/>	CTA	Quantidade:	Tensão (kV):		Arranjo:				
<input type="checkbox"/>	CC	Quantidade:	Tensão (kV):		Arranjo:				

#### 2. Módulos de Equipamentos

<input checked="" type="checkbox"/>	Transformadores	Quantidade: 02	Potência (MVA): a definir	Tensão Prim./Sec. (kV):	69/13,8	Fase: trifásico
<input type="checkbox"/>	Reator	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):		Fase:
<input type="checkbox"/>	Reator	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):		Fase:
<input type="checkbox"/>	Capacitor Shunt	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):		Fase:
<input type="checkbox"/>	Capacitor Série	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):		Fase:
<input type="checkbox"/>	Compensador Síncrono	Quantidade:	Potência (Mvar):	Tensão (kV):		Fase:

#### 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: \_\_\_\_\_  
 Não \_\_\_\_\_



## Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 10/08/2023

Revisão:

Página: 4 - 5

### INFORMAÇÕES ADICIONAIS

#### 5. Observações

A alternativa 2a não é possível de ser implementada, pelo fato de que o arranjo físico do barramento entre os eixos J' e N' não permite a conexão de mais de um evento por vão, portanto não são possíveis novas conexões neste trecho do setor de 69 kV.

A alternativa 2b é plenamente factível. Não foi verificada nenhuma dificuldade na implementação, seja do ponto de vista de intervenções com desligamentos, nem de interferências com as instalações existentes.

Rio de Janeiro, 10 de agosto de 2023.

#### Data da Solicitação

Thiago de Faria  
Rocha Dourado  
Martins

Assinado de forma digital por  
Thiago de Faria Rocha Dourado  
Martins  
Dados: 2023.08.10 16:09:43  
-03'00'

**Thiago de Faria Rocha Dourado**

**Superintendente**

**STE/DEE/EPE**

Recife, 05 de setembro de 2023

#### Data da Entrega do Formulário

  
LUCIANO RIBEIRO  
GERENTE DETC  
ID. 256858

2023.09.05  
16:36:06 -03'00'

**Assinatura do Responsável pelas Informações Solicitadas**

**Nome: Luciano Ribeiro do Vale Jardimino da Costa**

**Cargo: Gerente de Departamento (DETC)**



**Formulário de Consulta sobre a  
Viabilidade de Expansão de  
Subestações**

Data: 10/08/2023

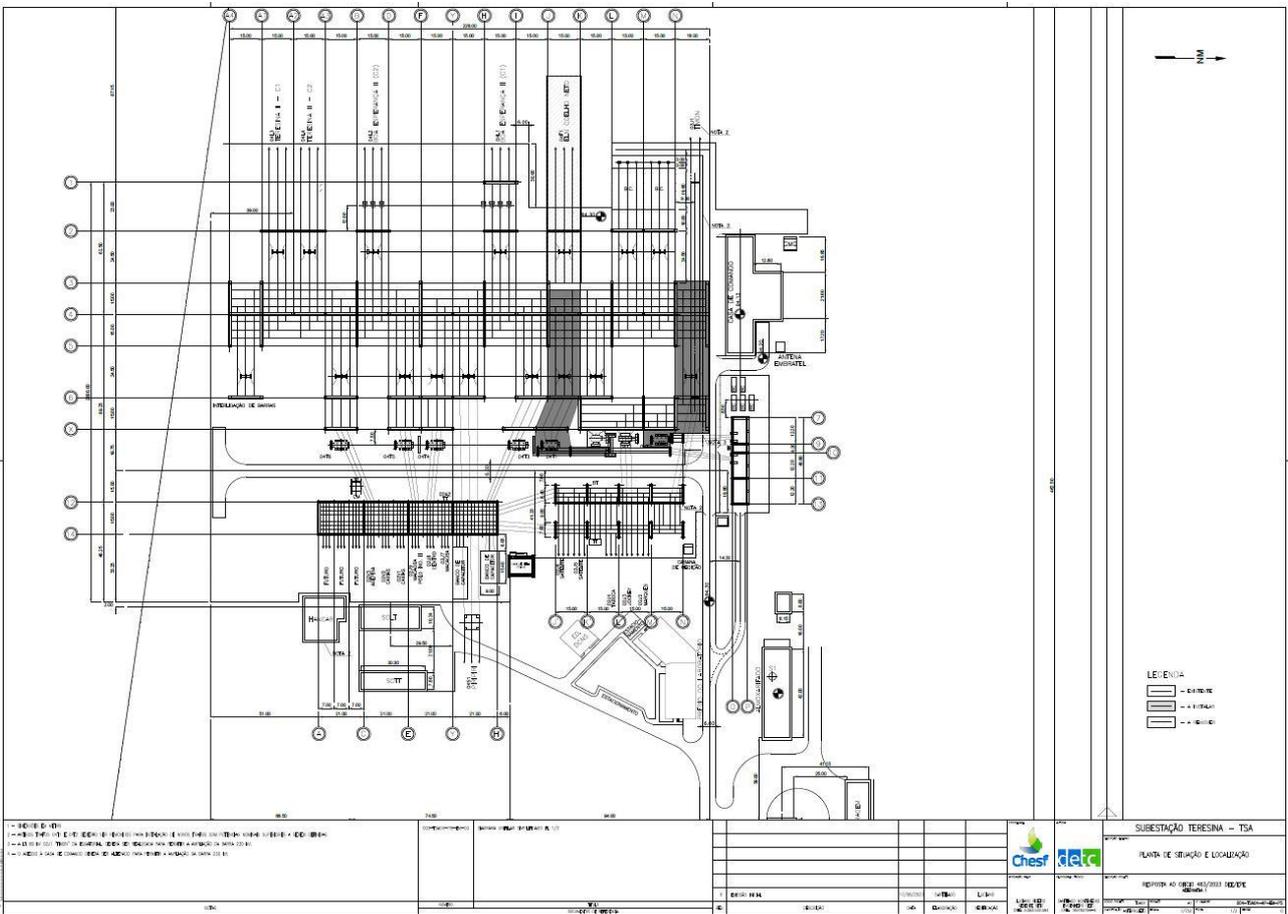
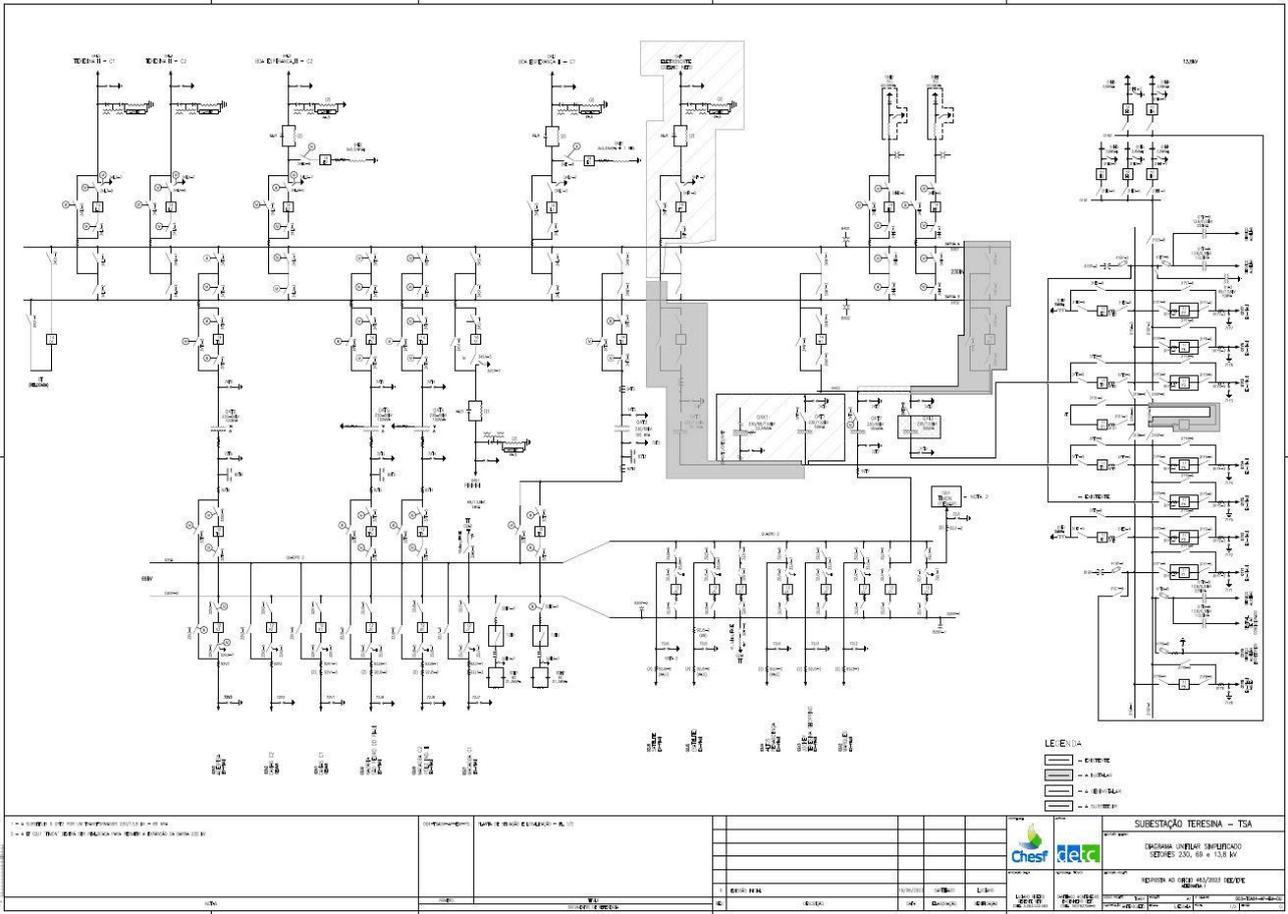
Revisão:

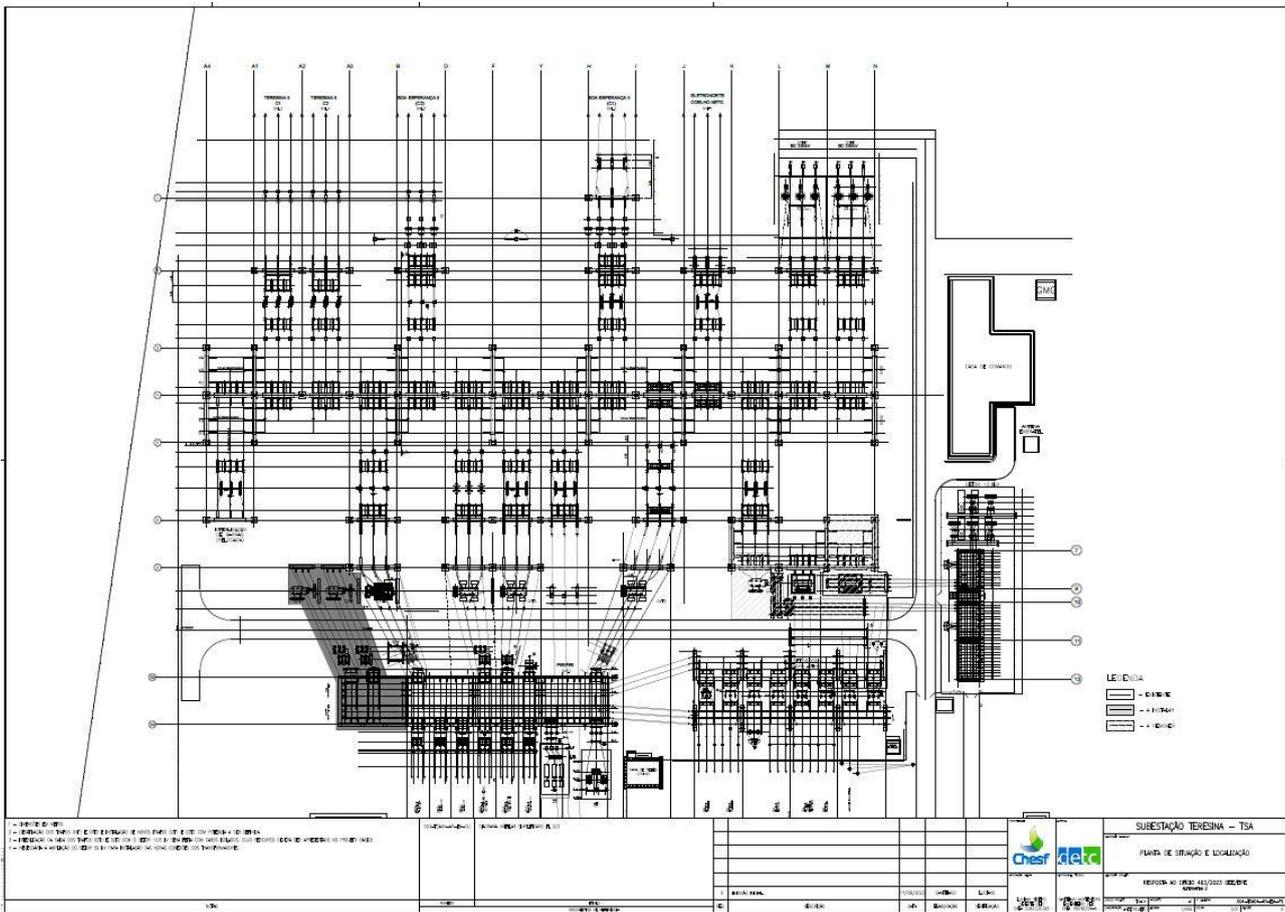
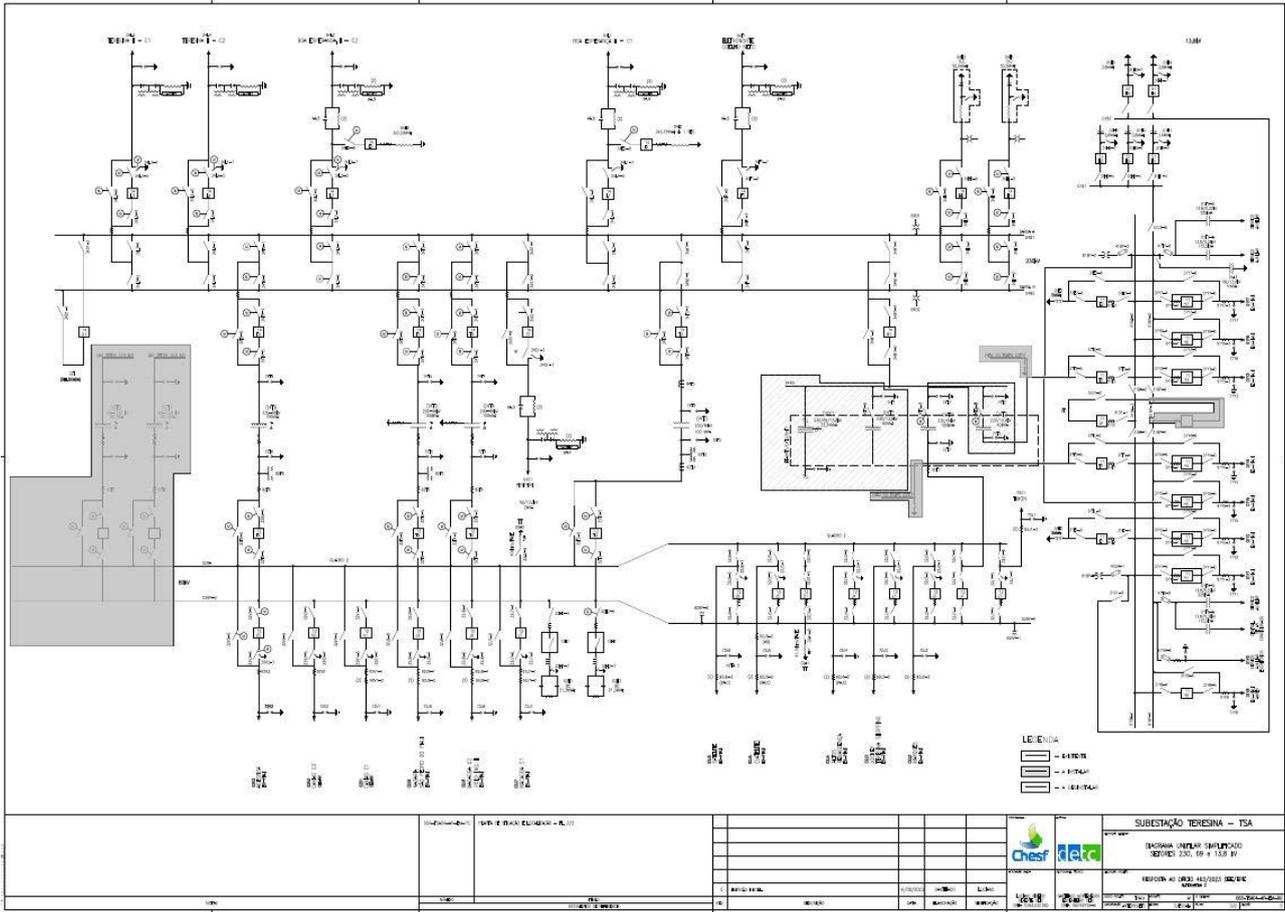
Página: 5 - 5

**ANEXO → DIAGRAMA UNIFILAR A SER INFORMADO PELA TRANSMISSORA**

003-TSA04-AP-EM-DU-FL2-2 - DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO - FOLHA 2

004-TSA04-AP-EM-PS-FL2-2 - PLANTA DE SITUAÇÃO E LOCALIZAÇÃO - FOLHA 2





## 12.4. Consulta à Equatorial Piauí

### Implantação de Transformação 69/13,8 kV SE Teresina

Questionamentos EPE para Equatorial Piauí

*Nosso Jeito* / NÓS SOMOS  
O QUE FAZEMOS,  
E FAZEMOS  
O QUE ACREDITAMOS.

GRUPO  
**equatorial**  
ENERGIA

**1. Qual a potência dos transformadores 69/13,8 kV a serem instalados?**

**Resposta Equatorial:** Serão 2 transformadores 69/13,8 kV - 40/50 MVA DYN C/ LTC – (ONAN: 40 MVA – ONAF: 50 MVA)

**Especificação:** TRANSFORMADOR DE POTENCIA; NUMERO FASES: TRIFASICO; USO: EXTERNO; FREQUENCIA NOMINAL: 60 HZ; POTENCIA NOMINAL: 40/50 MVA; TENSÃO NOMINAL: 69/13,8 KV; TIPO LIGACAO: TRIANGULO X ESTRELA COM NEUTRO ACESSIVEL; GRUPO: DYN1; IMPEDÂNCIA PERCENTUAL NA BASE ONAN: Z=12%; TIPO ISOLACAO: OLEO MINERAL; METODO RESFRIAMENTO: ONAN/ONAF; COMUTADOR DE DERIVACOES: AUTOMATICO SOB CARGA (LTC); NORMA APLICAVEL: ABNT NBR 5356.

**2. Os transformadores operariam segregados ou interligados?**

**Resposta Equatorial:** Os 2 transformadores irão operar de forma segregada (barra 13,8 kV aberta), de forma a utilizar maior potência, conforme estudo da EPE.

**3. Qual é a mínima capacidade de interrupção dos disjuntores 13,8 kV dos barramentos 01BP1 e 01BP2?**

**Resposta Equatorial:** A EQTL-PI não dispõe dos dados, os mesmos foram solicitados para a área de Pré-Operação da Chesf, a qual encaminhou a solicitação para a área de Estudos Elétricos, e até o momento, não foram enviados a EQTL-PI. Assim que as informações chegarem serão enviadas a EPE.



Pontos de Atenção / Premissas Utilizadas



Para garantia do atendimento N-1 até 2038 é imprescindível a operação dos bancos de capacitores existentes no 13,8 kV, conforme a seguir:

- Barra 01: 2 BCs 4,2 MVar
- Barra 02: 2 BCs 4,2 MVar

2

## 12.5. FICHAS PET/PELP

### Sistema Interligado da Região NORDESTE

<b>Empreendimento:</b> <b>SE 230/69 kV TERESINA (Ampliação/Adequação)</b>	<b>UF: PI</b>
	<b>DATA DE NECESSIDADE: Jan/2028</b>
	<b>PRAZO DE EXECUÇÃO: 60 meses</b>

#### Justificativa:

Atendimento à carga

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

1° e 2° TF 230/69 kV, 2 x 200 MVA 3Φ	36.266,08
2 CT (Conexão de Transformador) 230 kV, Arranjo BD4	16.357,20
2 CT (Conexão de Transformador) 69 kV, Arranjo BPT	6.026,30

**Total de Investimentos Previstos: 65.964,11**

#### Situação atual:

#### Observações:

Em substituição aos Transformadores 04T3 e 04T5 da SE Teresina

#### Documentos de referência:

- [1] Custos Modulares da ANEEL – Março de 2024.
- [2] EPE-DEE-RE-097/2024-rev0 – “Estudo de Expansão da SE Teresina”

## Sistema Interligado da Região NORDESTE

<b>Empreendimento:</b>  <b>SE 230/69 kV TERESINA (Ampliação/Adequação)</b>	<b>UF:</b> <b>PI</b>
	<b>DATA DE NECESSIDADE:</b> <b>Jan/2036</b>
	<b>PRAZO DE EXECUÇÃO:</b> <b>60 meses</b>

### Justificativa:

Atendimento à carga

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

3° TF 230/69 kV, 1 x 200 MVA 3Φ	18.133,04
1 CT (Conexão de Transformador) 230 kV, Arranjo BD4	8.178,60
1 CT (Conexão de Transformador) 69 kV, Arranjo BPT	3.013,15

**Total de Investimentos Previstos:**

**29.324,79**

**Situação atual:**

### Observações:

Em substituição ao Transformador 04T4 da SE Teresina

### Documentos de referência:

- [1] Custos Modulares da ANEEL – Março de 2024.
- [2] EPE-DEE-RE-097/2024-rev0 – “Estudo de Expansão da SE Teresina”

## INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE REDE BÁSICA

### Sistema Interligado da Região NORDESTE

<b>Empreendimento:</b>	<b>UF: PI</b>
<b>SE 69/13,8 kV TERESINA (Ampliação/Adequação)</b>	<b>DATA DE NECESSIDADE: Jan/2028</b>
	<b>PRAZO DE EXECUÇÃO: 60 meses</b>

**Justificativa:**

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

1° e 2° TF 69/13,8 kV, 2 x 50 MVA 3Φ	13.018,50
2 CT (Conexão de Transformador) 69 kV, Arranjo BPT	6.026,30
2 CT (Conexão de Transformador) 13,8 kV, Arranjo BPT	4.970,22
MIM - 69 kV	1.202,59
MIM - 13,8 kV	1.202,59

**Total de Investimentos Previstos: 26.420,20**

**Situação atual:**

**Observações:**

**Documentos de referência:**

- [1] Custos Modulares da ANEEL – Março de 2024.
- [2] EPE-DEE-RE-097/2024-rev0 – “Estudo de Expansão da SE Teresina”

## INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE REDE BÁSICA

### Sistema Interligado da Região NORDESTE

<b>Empreendimento:</b>	UF: <b>PI</b>
<b>SE 230/13,8 kV TERESINA</b> <b>(Ampliação/Adequação)</b>	DATA DE NECESSIDADE: <b>Jan/2028</b>
	PRAZO DE EXECUÇÃO:

#### Justificativa:

desativação

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

1° TF 230/13,8 kV, 1 x 50 MVA 3Φ (desativação)	0,00
2° TF 230/13,8 kV, 1 x 40 MVA 3Φ (desativação)	0,00

**Total de Investimentos Previstos:** **0,00**

**Situação atual:**

**Observações:**

**Documentos de referência:**

- [1] Custos Modulares da ANEEL – Março de 2024.
- [2] EPE-DEE-RE-097/2024-rev0 – “Estudo de Expansão da SE Teresina”