



# ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS:RELATÓRIO R1

## REFORÇOS NO SISTEMA DIT DO ESTADO DE SP - PARTE 1

**MAIO DE 2024**

Colaboradores

Relatório R1 - EPE-DEE-RE-033/2024-r0

**Coordenação Geral**

Reinaldo da Cruz Garcia

**Coordenação Executiva**

Thiago Dourado Martins

**Coordenação Técnica**

Daniel José Tavares de Souza

**Equipe Técnica**

Fábio de Almeida Rocha

Vanessa Stephan Lopes

Paulo Fernando Araújo





## VALOR PÚBLICO

COM ESTE RELATÓRIO A EPE RECOMENDA UM CONJUNTO DE OBRAS PARA REFORÇO SISTÊMICO NA REGIÃO DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO E VOTUPORANGA, OBJETIVANDO AUMENTAR A CONFIABILIDADE DA REDE DE 138 kV DA REGIÃO NOROESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO E ATENDER PLENAMENTE AO CRESCIMENTO DA CARGA NA REGIÃO, ASSIM COMO PROPICIAR O AUMENTO DE MARGEM PARA CONEXÃO DE NOVAS FONTES DE GERAÇÃO NESSE SISTEMA.

TENDO EM VISTA O PORTE DO SISTEMA DIT ANALISADO E EM LINHA COM A VISÃO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, ENTENDEU-SE COMO OPORTUNO AVALIAR O PORTIFÓLIO DE TECNOLOGIAS EXISTENTES NO MERCADO MUNDIAL QUE SEJAM APLICÁVEIS AO SISTEMA E CAPAZES DE SANAR OS PROBLEMAS IDENTIFICADOS DE FORMA ROBUSTA, EFICIENTE E ECONÔMICA.

COMO RESULTADO DESSA AVALIAÇÃO, SEGUINDO OS CRITÉRIOS E PROCEDIMENTOS PARA AS ANÁLISES DE MÍNIMO CUSTO GLOBAL PARA A EXPANSÃO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO, O PRESENTE ESTUDO TRAZ UM CARÁTER INOVADOR, RECOMENDANDO UMA SOLUÇÃO COM DISPOSITIVOS FACTS (*FLEXIBLE AC TRANSMISSION SYSTEMS*), COM BASE EM ELETRÔNICA DE POTÊNCIA PARA CONTROLE DE FLUXO DE POTÊNCIA ATIVA E OTIMIZAÇÃO DA REDE EXISTENTE, ATÉ ENTÃO NÃO UTILIZADA NO SISTEMA BRASILEIRO.

COM ISSO, TORNA-SE POSSÍVEL ADQUIRIR EXPERIÊNCIA COM A NOVA TECNOLOGIA SSSC (*STATIC SYNCHRONOUS SERIES COMPENSATOR*), AINDA EM UMA ESCALA DE APLICAÇÃO MAIS REDUZIDA EM NOSSA REDE, ABRINDO UM NOVO CAMINHO DE POSSIBILIDADES DE ALTERNATIVAS APLICÁVEIS AO SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL COMO UM TODO.

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**

Ângela Regina Livino de Carvalho

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

# SUMÁRIO

<b>SUMÁRIO</b>	<b>2</b>
<b>1 INTRODUÇÃO E OBJETIVO</b>	<b>6</b>
1.1 Considerações Iniciais	6
1.2 Objetivos Gerais	7
<b>2 CONCLUSÕES</b>	<b>8</b>
<b>3 RECOMENDAÇÕES</b>	<b>10</b>
3.1 Solução Estrutural	10
3.2 Solução Conjuntural	11
<b>4 PREMISSAS E CRITÉRIOS</b>	<b>12</b>
4.1 Critérios Básicos	12
4.2 Casos de Trabalho	12
4.3 Mercado	12
4.4 Cenários e Plano de Geração	12
▪ Cenário Crítico 1 (patamar de carga média, entressafra biomassa, UHE do Pardo/Tietê com 20% e UFV EM 90%)	12
▪ Cenário Crítico 2 (patamar de carga média, safra biomassa e UFV EM 90%)	12
4.5 Limites Operativos	13
▪ Tensão	13
▪ Carregamento	13
▪ Fator de Potência	13
4.6 Parâmetros Econômicos	13
<b>5 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA</b>	<b>15</b>
5.1 Sistema Elétrico de Interesse	15
▪ Obras referenciais	17
5.2 Desempenho Elétrico da Rede	18
▪ Cenário Dimensionador 1 (Patamar de carga média, entressafra biomassa e UFV em 90%)	18
5.2.1 Condições Normais (cenário dimensionador 1)	18
5.2.2 Condições de Emergência (cenário dimensionador 1)	19
▪ Cenário Dimensionador 2 (Patamar de carga média, safra da biomassa e UFV em 90%)	19
5.2.3 Condições Normais (cenário dimensionador 2)	20
5.2.4 Condições de Emergência (cenário dimensionador 2)	21
<b>6 ALTERNATIVAS</b>	<b>22</b>
6.1 Alternativa 1	25
6.2 Alternativa 2	26
6.3 Alternativa 3	27
6.4 Alternativa 4	28
<b>7 ANÁLISE ECONÔMICA</b>	<b>32</b>
7.1 Comparação Econômica	32
<b>8 ANÁLISE DE DESEMPENHO EM REGIME PERMANENTE</b>	<b>33</b>
8.1 Alternativa 1	33
▪ Cenário Dimensionador 1 (Patamar de carga média, entressafra biomassa e UFV em 90%)	33
▪ Cenário Dimensionador 2 (Patamar de carga média, safra biomassa e UFV em 90%)	34
8.2 Alternativa 2	34
▪ Cenário Dimensionador 1 (Patamar de carga média, entressafra biomassa e UFV em 90%)	35
▪ Cenário Dimensionador 2 (Patamar de carga média, safra biomassa e UFV em 90%)	36
8.3 Alternativa 3	37
▪ Cenário Dimensionador 1 (Patamar de carga média, entressafra biomassa e UFV em 90%)	37
▪ Cenário Dimensionador 2 (Patamar de carga média, safra biomassa e UFV em 90%)	37
8.4 Alternativa 4	38
▪ Cenário Dimensionador 1 (Patamar de carga média, entressafra biomassa e UFV em 90%)	38
▪ Cenário Dimensionador 2 (Patamar de carga média, safra biomassa e UFV em 90%)	38

<b>9</b>	<b>CURTO-CIRCUITO .....</b>	<b>39</b>
<b>10</b>	<b>ANÁLISE DE SENSIBILIDADE - MONTANTE DE USO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO .</b>	<b>41</b>
	Alternativa 1.....	41
	Alternativa 2.....	42
	Alternativa 3.....	42
	Alternativa 4.....	42
<b>11</b>	<b>ANÁLISE DE SENSIBILIDADE – ANTECIPAÇÃO DO SSSC NA SE RIBEIRÃO PRETO .....</b>	<b>43</b>
<b>12</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>45</b>
<b>13</b>	<b>EQUIPE TÉCNICA .....</b>	<b>46</b>
<b>14</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>47</b>
14.1	Plano de Obras e Estimativa de Investimentos .....	47
14.2	Modelos Elétricos do Módulo – SSCR.....	48
	▪ Modelo de Fluxo de Potência do SSSC.....	48
	▪ Modo de Impedância Constante.....	50
	▪ Modo By-pass.....	50
	▪ Modo Tensão Constante .....	51
	▪ Modo de Controle de Corrente.....	51
14.3	RESULTADOS ORGANON– STATIC SYNCHRONOUS SERIES COMPENSATOR.....	52
	▪ Cenário Dimensionador .....	52
	▪ Escalonamento SSSC 2027 a 2028 .....	52
	▪ Escalonamento SSSC 2029 a 2031 .....	53
	▪ Escalonamento SSSC 2032 a 2037 .....	55
	▪ Escalonamento MODULAR SSSC 2038 .....	56
14.4	Desempenho da Alternativa 4 – Simulações Anarede .....	59
14.5	Detalhamento da Análise de Sensibilidade – Antecipação parcial da solução SSSC na SE Ribeirão Preto.....	69
	14.5.1 Sistema de Interesse.....	69
	14.5.2 Casos de Trabalho.....	69
	14.5.3 Mercado.....	70
	14.5.4 Cenários e Plano de Geração.....	70
	14.5.5 Diagnóstico do Sistema de Interesse.....	70
	▪ Alternativa 1, com antecipação de modulares SSSC.....	71
	▪ Alternativa 2, sem antecipação de modulares SSSC.....	72
	14.5.6 Desempenho da Alternativa 1, com antecipação de modulares SSSC na SE Ribeirão Preto ..	72
	14.5.7 Simulações no ORGANON.....	74
	14.5.8 Comparação Econômica .....	77
	14.5.9 Conclusões e Recomendações.....	78
14.6	Formulários de Consultas sobre a Viabilidade de Expansões da Subestação .....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1 Diagrama da alternativa recomendada. ....	10
Figura 3-2 Alternativa com Antecipação: Instalação de modulares SSSC na SE 138 kV Ribeirão Preto. ....	11
Figura 5-1 – Sistemas de Interesse. ....	15
Figura 5-2 – Sistema de Interesse. ....	16
Figura 5-3 - Regime normal de operação, 2034 – Cenário 1. ....	18
Figura 5-4 - Emergência LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto, 2038 – Cenário 1. ....	19
Figura 5-5 - Regime normal de operação, 2028 – Cenário 2. ....	20
Figura 5-6 - Regime normal de operação, 2032 – Cenário 2. ....	20
Figura 5-7 – Regime normal de operação, 2038 – Cenário 2. ....	20
Figura 5-8 – Contingência LT 138 kV São José do Rio Preto – UTE Guarani-Tanambi, 2027 – Cenário 1. ....	21
Figura 5-9 – Contingência LT 138 kV São José do Rio Preto – Votuporanga, 2029 – Cenário 1. ....	21
Figura 6-1 – Diagrama Alternativa 1. ....	25
Figura 6-2 – Diagrama da Alternativa 2. ....	26
Figura 6-3 – Diagrama Alternativa 3. ....	27
Figura 6-4 – Diagrama Alternativa 4. ....	28
Figura 8-1 – Alternativa 1, 2036, contingência da LT 138 kV São Jose do Rio Preto – UHE Guarani-Tanabi. ....	33
Figura 8-2 - Alternativa 2, 2032, regime normal de operação. ....	35
Figura 9-1– Diagrama Sistema de Proteção – Modulares SSSC. ....	39
Figura 14-1 - Circuito equivalente de um SSSC. ....	48
Figura 14-2 – Relação fasorial das tensões de um SSSC. ....	48
Figura 14-3 – Região de capacidade do SSSC. ....	50
Figura 14-4 – Modulares SSSC em regime normal de operação – Cenário Dimensionador 2028. ....	52
Figura 14-5 - Modulares SSSC em regime de contingência 1– Cenário Dimensionador 2028. ....	53
Figura 14-6 - Modulares SSSC em regime de contingência 2, 2028 – Cenário Dimensionador 2028. ....	53
Figura 14-7 - Modulares SSSC em regime normal de operação – Cenário Dimensionador 2031. ....	54
Figura 14-8 - Modulares SSSC em regime de contingência 1– Cenário Dimensionador 2031. ....	54
Figura 14-9 - Modulares SSSC em regime de contingência 2 – Cenário Dimensionador 2031. ....	55
Figura 14-10 - Modulares SSSC em regime normal de operação – Cenário Dimensionador 2037. ....	55
Figura 14-11 - Modulares SSSC em regime de contingência 1– Cenário Dimensionador 2037. ....	56
Figura 14-12 - Modulares SSSC em regime de contingência 2 – Cenário Dimensionador 2037. ....	56
Figura 14-13 - Modulares SSSC em regime normal de operação – Cenário Dimensionador 2038. ....	57
Figura 14-14 - Modulares SSSC em regime de contingência 1– Cenário Dimensionador 2038. ....	57
Figura 14-15 - Modulares SSSC em regime de contingência 2 – Cenário Dimensionador 2038. ....	58
Figura 14-16 - Diagrama unifilar do sistema existente de interesse. ....	69
Figura 14-17 - Diagnóstico da LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2- PAR/PEL 2023 - ciclo 2024-2028. ....	71
Figura 14-18 Alternativa com Antecipação: Instalação de modulares SSSC na SE 138 kV Ribeirão Preto. ....	71
Figura 14-19 - Modulares SSSC em regime normal de operação – Caso 13. ....	74
Figura 14-20 - Modulares SSSC em regime normal de operação – Caso 14. ....	75
Figura 14-21 - Modulares SSSC em regime normal de operação – Caso 17. ....	75
Figura 14-22 - Modulares SSSC em regime normal de operação – Caso 18. ....	76
Figura 14-23 - Modulares SSSC em regime normal de operação – Caso 22. ....	76
Figura 14-24 - Modulares SSSC em regime normal de operação – Caso 23. ....	77

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3-1 – Programa de obras recomendadas em linhas de transmissão .....	10
Tabela 4-1 – Limites operativos de tensão. ....	13
Tabela 5-1 - Representação dos pontos de conexão de geração fotovoltaica.....	17
Tabela 5-2 – Diagnóstico do sistema– Condição Normal e Emergência – Fluxo.....	18
Tabela 5-3 – Diagnóstico do sistema– Condição Normal e Emergência – Fluxo.....	19
Tabela 6-1 – Quadro resumo – Consulta fabricantes. ....	23
Tabela 6-2 — Composição e Escalonamento da Alternativa 4. ....	29
Tabela 6-3 – Orçamento por módulo SSSC.....	29
Tabela 6-4 – Detalhamento de Impostos.....	30
Tabela 6-5 – Detalhamento de Moeda. ....	30
Tabela 6-6 – Detalhamento do custo (por unidade) – Proposta Fabricante 4 com Impostos em R\$. .....	30
Tabela 6-7 – Detalhamento do custo para SE São José do Rio Preto. ....	30
Tabela 6-8 – Detalhamento do custo para SE Votuporanga II.....	31
Tabela 7-1 – Comparação dos Rendimentos Necessários das Alternativas. ....	32
Tabela 7-2 – Custo Diferencial de Perdas. ....	32
Tabela 7-3 – Comparação Econômica.....	32
Tabela 8-1 - Fluxos nas linhas - Alternativa 01– Condição Normal e Emergência – Cenário 1. ....	34
Tabela 8-2 – Fluxos nas linhas - Alternativa 01– Condição Normal e Emergência – Cenário 2.....	34
Tabela 8-3– Fluxos - Alternativa 02– Condição Normal e Emergência – Cenário 1. ....	35
Tabela 8-4– Diagnóstico da Alternativa 02– Condição Normal e Emergência – Cenário 2.....	36
Tabela 8-5 - Diagnóstico da Alternativa 03– Condição Normal e Emergência – Cenário 1.....	37
Tabela 8-6– Diagnóstico da Alternativa 03– Condição Normal e Emergência – Cenário 2.....	37
Tabela 8-7– Diagnóstico da Alternativa 04– Condição Normal e Emergência – Cenário 1.....	38
Tabela 8-8– Diagnóstico da Alternativa 04– Condição Normal e Emergência – Cenário 2.....	38
Tabela 9-1 – Níveis de Curto-Circuito Máximo após as obras. ....	40
Tabela 14-1 - Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 1. ....	47
Tabela 14-2 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 2. ....	47
Tabela 14-3 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 3. ....	47
Tabela 14-4 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 4. ....	47
Tabela 14-5 - – Desempenho em regime normal de operação – Cenário 1.....	59
Tabela 14-6 - – Desempenho em regime normal de operação – Cenário 2.....	60
Tabela 14-7 – Desempenho em regime de contingência– Cenário 1.....	61
Tabela 14-8 – Desempenho em regime de contingência– Cenário 2.....	62
Tabela 14-9 – Desempenho em regime de contingência– Cenário 1.....	63
Tabela 14-10 – Desempenho em regime de contingência– Cenário 2.....	64
Tabela 14-11 – Desempenho em regime de contingência– Cenário 1.....	65
Tabela 14-12 – Desempenho em regime de contingência– Cenário 2.....	66
Tabela 14-13 – Desempenho em regime de contingência– Cenário 1.....	67
Tabela 14-14 – Desempenho em regime de contingência– Cenário 2.....	68
Tabela 14-15 - Desempenho da Alternativa com antecipação de modulares SSSC – LT 138 kV RIB- POF. ....	73
Tabela 14-16 – – Desempenho da Alternativa com antecipação de modulares SSSC – LT 138 kV RIB- SSI. ....	73
Tabela 14-17 – Comparação dos Rendimentos Necessários das Alternativas. ....	77
Tabela 14-18 – Custo Diferencial de Perdas. ....	77
Tabela 14-19 – Comparação Econômica.....	77
Tabela 14-20 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 1. ....	78
Tabela 14-21 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 2. ....	78

# 1 INTRODUÇÃO E OBJETIVO

---

## 1.1 Considerações Iniciais

Ao longo dos últimos anos foi implementada uma série de reforços na rede DIT do estado de São Paulo, que foram objeto de recomendação de estudos realizados no âmbito do GET-SP, com os seguintes destaques: i) EPE-DEE-RE-027/2018-rev0 - “Estudo Prospectivo para escoamento do Potencial de Fotovoltaica/Biomassa na Região Noroeste do Estado de São Paulo” [1]; ii) EPE-DEE-NT-015/2019-rev0 - “Avaliação de Reforços na Rede DIT do Estado de SP” [2], e iii) EPE-DEE-NT-137/2021-rev0 – “Reforços no sistema da região noroeste do estado de São Paulo para o escoamento de excedentes de geração fotovoltaica e Biomassa” [3].

Considerando a evolução do sistema, assim como a concretização dos projetos de geração, o presente estudo tem por objetivo dar continuidade às análises da rede DIT de São Paulo, buscando garantir a plena capacidade de escoamento da energia gerada na região e o atendimento ao crescimento das cargas das distribuidoras que são supridas por essa rede.

Como a rede DIT do estado de São Paulo é bastante extensa, optou-se por dividir o estudo em duas partes, sendo a primeira parte abrangendo a região noroeste do estado de São Paulo, compreendendo cargas da Região do Água Vermelha, Votuporanga, São José do Rio Preto e Mirassol, na área de concessão das distribuidoras CPFL Paulista e Elektro.

A malha de transmissão em 138 kV nas vizinhanças da SE São José do Rio Preto é responsável pelo atendimento de diversos municípios da região Noroeste do Estado de São Paulo. Esse sistema tem como principais pontos de fronteira com a Rede Básica as subestações de Três Irmãos, Jupia, Marechal Rondon, Mirassol II, Baguaçu e Água Vermelha. Os carregamentos das transformações de fronteira com a Rede Básica e dos circuitos em 138 kV são diretamente influenciados pela geração das usinas hidrelétricas dos rios Grande, Paraná e Paranaíba, além da geração fotovoltaica e das plantas de cogeração a biomassa de cana-de-açúcar.

No que diz respeito as condições de carregamento, o sistema dessa região apresenta alguns problemas pontuais, com destaque para o cenário onde há a combinação de geração fotovoltaica com uma situação de elevada geração hidráulica nas usinas do sistema de 440 kV região, frente ao despacho reduzido das hidrelétricas dos rios Pardo, Paranapanema e Tietê. Adicionalmente, as condições de intercâmbio regional entre os subsistemas Sudeste e Sul contribuem fortemente no carregamento e desempenho da rede local.

Em virtude do elevado recebimento pelo Sul durante o verão, são previstas sobrecargas de até 11% da capacidade de longa duração, da LT 138 KV Votuporanga II – São José do Rio Preto, que corresponde a 95% da capacidade de curta duração, na contingência da LT 138 kV Guarani – São José do Rio Preto II, da LT 138 kV Votuporanga II – Guarani e demais contingências nas redes de 138 kV e 440 kV, conforme diagnóstico do PAR/PEL Ciclo 23-27. A implantação da SE Tanabi 2 138 kV em dupla derivação nas LTs 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto e UTE Guarani – São José do Rio Preto contribui para aumentar o carregamento do corredor Votuporanga II – UTE Guarani – São José do Rio Preto, sendo previsto o esgotamento da capacidade de emergência da LT 138 kV

Votuporanga II – São José do Rio Preto na contingência da LT 138 kV UTE Guarani – São José do Rio Preto.

A solução indicativa para o problema apontado consiste na construção da LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto C1/C2, conforme relatório N<sup>o</sup> EPE-DEE-RE-027/2018-rev0, que será reavaliada a sua efetividade no presente estudo, principalmente em razão da entrada significativa de geração fotovoltaica nessa região.

Diante da necessidade reavaliação da solução indicativa em questão, entendeu-se como oportuna a consideração de alternativas considerando novas tecnologias existentes no mercado mundial, como os dispositivos FACTS (*Flexible AC Transmission Systems*) que utilizam eletrônica de potência para controle de fluxo de potência ativa.

## **1.2 Objetivos Gerais**

O objetivo deste estudo é, portanto, recomendar uma solução estrutural para região de São José do Rio Preto, reavaliando a solução indicativa proposta no relatório N<sup>o</sup> EPE-DEE-RE-027/2018-rev0.

## 2 CONCLUSÕES

---

Neste estudo foram analisadas alternativas que propiciam o aumento da confiabilidade do sistema de 138 kV da região de São José do Rio Preto.

Tendo em vista o porte do sistema DIT em questão, considerando o nível de tensão em 138 kV e os níveis de correntes circulantes nessa rede, entendeu-se como oportuno avaliar novas tecnologias existentes no mercado mundial, como os dispositivos FACTS, que utilizam eletrônica de potência para controle de fluxo de potência ativa e otimização da rede existente.

Para tanto, foi realizada consulta junto aos grandes fabricantes de equipamentos, no sentido de identificar o portfólio de soluções existentes e que sejam aplicáveis ao sistema em estudo. A consulta abordou aspectos tecnológicos e logísticos, inclusive quanto à possibilidade de fornecimento de equipamento.

Dentre as respostas apresentadas, dois fabricantes propuseram solução com características bastante similares, que é constituída de dispositivos FACTS série, com base na tecnologia SSSC (*Static Synchronous Series Compensator*), porém, sem necessidade de utilização de transformador de acoplamento, o que normalmente é demandado nas soluções em SSSC convencionais. Com isso, os fabricantes indicam que há uma redução significativa nas dimensões do equipamento, complexidade e custos, além de propiciar maior flexibilidade quanto à modularização da solução e aplicabilidade em diferentes pontos do sistema

Após uma avaliação sobre as experiências de aplicação no mundo, modelagem para simulações, capacidade de entrega e disponibilidade de mercado, concluiu-se como viável a consideração de uma alternativa com a aplicação da tecnologia SSSC modular.

Dessa forma, a alternativa com FACTS foi comparada com outras soluções convencionais, como a instalação de uma nova LT 138 kV, obras de reconstrução/recondutoramento de linhas existentes para aumento de capacidade e instalação de transformadores defasadores para controle de fluxo.

Como resultado das análises de desempenho técnico-econômico, a Alternativa 4 (FACTS) mostrou-se como a de menor custo global, sendo a alternativa recomendada no presente estudo.

A Alternativa 4 prevê investimentos totais, até o final do horizonte do estudo, da ordem de R\$ 126 milhões, sendo cerca de R\$ 81 milhões de investimentos até o ano 2029.

Adicionalmente, como sensibilidade ao estudo, foi avaliada a possibilidade de implantação dos equipamentos SSSC na SE Ribeirão Preto, em caráter provisório, visando solucionar os problemas de carregamento de curto-prazo na LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira, cuja obra de reconstrução está prevista para entrar em operação em 2026.

Considerando a viabilidade atestada pela ISA CTEEP de antecipar a solução SSSC para o ano de 2025 na SE Ribeirão Preto, vislumbram-se benefícios operativos de curto prazo associados a essa

antecipação, sendo indicada, portanto, como uma solução conjuntural no capítulo das recomendações a seguir.

### 3 RECOMENDAÇÕES

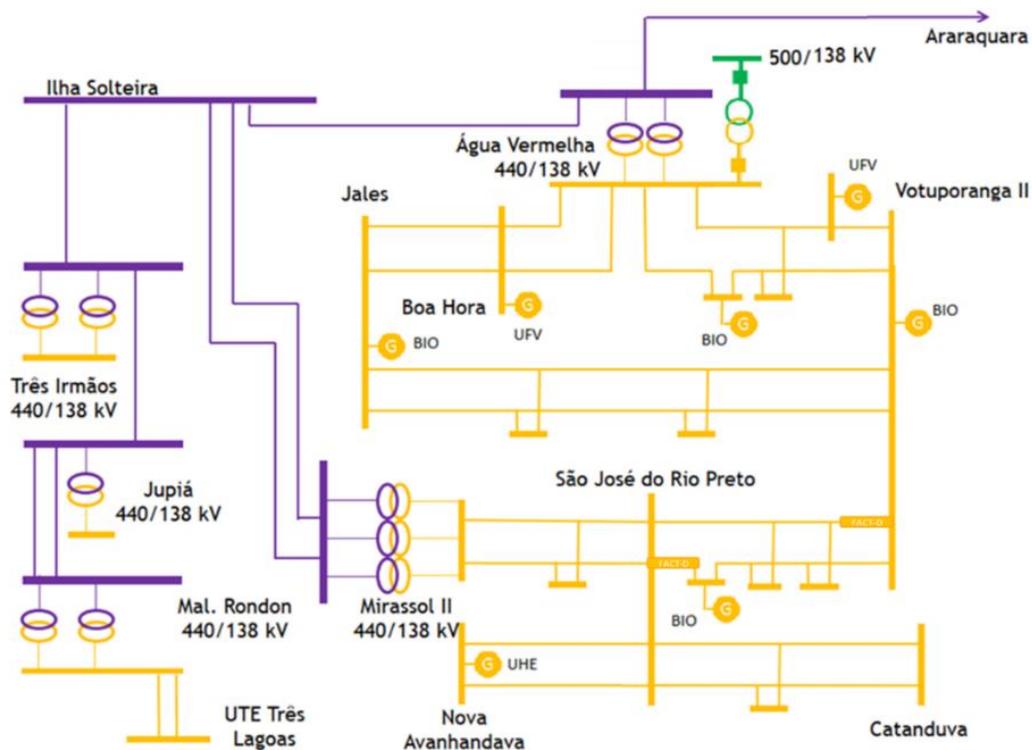
#### 3.1 Solução Estrutural

A Tabela 3-1 apresenta o cronograma de obras da Alternativa 4, que é a de menor custo global e a recomendada no presente estudo.

**Tabela 3-1 – Programa de obras recomendadas em linhas de transmissão**

Ano	Linha de Transmissão	Terminal	Equipamento*	Quantidade	Quantidade Acumulada
2027	LT 138 kV Votuporanga 2 – São José do Rio Preto C1–	São José do Rio Preto	1 FACT-D/FASE C1	3	3
2027	LT 138 kV Votuporanga 2 – São José do Rio Preto C2	Votuporanga	1 FACT-D/FASE C2	3	3
2029	LT 138 kV Votuporanga 2 – São José do Rio Preto C2	Votuporanga	+ 1 FACT-D/FASE C2	3	6
2032	LT 138 kV Votuporanga 2 – São José do Rio Preto C2	Votuporanga	+ 1 FACT-D/FASE C2	3	9
2038	LT 138 kV Votuporanga 2 – São José do Rio Preto C1	São José do Rio Preto	+ 1 FACT-D/FASE C1	3	6

\*. Considera as obras civis nas subestações terminais para a instalação dos equipamentos.



**Figura 3-1 Diagrama da alternativa recomendada.**

### 3.2 Solução Conjuntural

Como solução conjuntural para a região de Ribeirão Preto (Capítulo 11), observada a possibilidade de seguir com a outorga com a maior brevidade possível, recomenda-se a implantação dos equipamentos SSSC na SE Ribeirão Preto, em caráter provisório, conforme o plano de obras a seguir.

#### Etapa de Curto Prazo:

##### **LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2 e Ribeirão Preto – São Simão C1 (2025 a 2027).**

- LT 138 kV Ribeirão Preto - Porto Ferreira C1/C2 (terminal da SE Ribeirão Preto) - Instalação provisória, na SE Ribeirão Preto, de 1 x modular SSSC/fase, por circuito, sendo um total de 6 x modulares SSSC.
- LT 138 kV Ribeirão Preto - São Simão C1 (terminal da SE Ribeirão Preto) - Instalação provisória, na SE Ribeirão Preto, de 1 x modular SSSC/fase, sendo um total de 3 x modulares SSSC.
- Reconstrução da LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2: circuito duplo 1x636 MCM (postergação da entrada em operação para 2027).

A partir de 2027, os equipamentos SSSC deverão ser realocados para os locais definidos na solução estrutural, conforme descrito abaixo.

- Realocação de 2 x modulares SSSC/fase (total de 6 x modulares SSSC), instalados provisoriamente na SE Ribeirão Preto, para as subestações Votuporanga 2 e São José do Rio Preto, conforme previsto na Alternativa 4 do presente estudo (2027).
- Realocação de 1 x modular SSSC/fase (total de 3 x modulares SSSC), instalado provisoriamente na SE Ribeirão Preto, para a subestação Votuporanga 2, conforme previsto na Alternativa 4 do presente estudo (2029).

A implantação dos modulares SSSC na SE 138 kV Ribeirão Preto deverá ser em série com os módulos de entrada de linha associados às LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2 e LT 138 kV Ribeirão Preto – São Simão C1, conforme destacado pelos dispositivos SSSC na Figura 3-2.

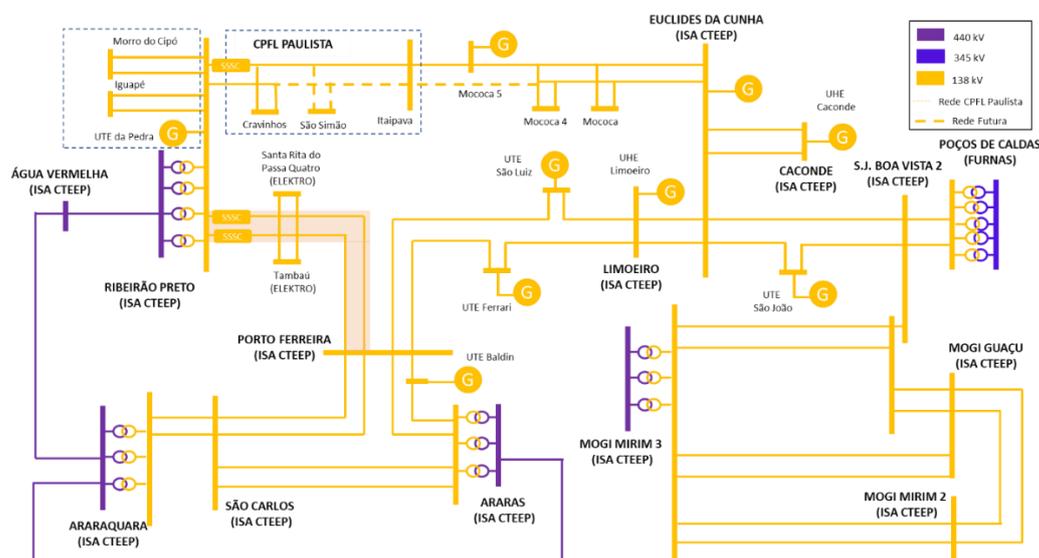


Figura 3-2 Alternativa com Antecipação: Instalação de modulares SSSC na SE 138 kV Ribeirão Preto.

## 4 PREMISSAS E CRITÉRIOS

---

### 4.1 Critérios Básicos

O presente estudo foi elaborado em conformidade com os critérios usuais de planejamento definidos no documento CCPE – Volume II “Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão dos Sistemas de Transmissão” [4]. Quando aplicável, foram respeitados ainda os requisitos do submódulo 23.3 dos Procedimentos de Rede do ONS [5] e dos Procedimentos de Distribuição/resoluções específicas da ANEEL.

### 4.2 Casos de Trabalho

Foram adotados os casos de trabalho do Plano Decenal da Transmissão 2033. O horizonte do estudo foi o período entre 2027 e 2038.

### 4.3 Mercado

As projeções de demanda consideradas foram aquelas referentes ao Plano Decenal da Transmissão 2033.

### 4.4 Cenários e Plano de Geração

Serão analisados os patamares de carga média, pesado e leve para cálculo de perdas. Os dois cenários mais críticos foram utilizados para análises de obras e expansão da região.

- **Cenário Crítico 1 (patamar de carga média, entressafra biomassa, UHE do Pardo/Tietê com 20% e UFV EM 90%)**

Para montagem dos casos de trabalho para análise do carregamento na LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto C1/C2, considerou-se o cenário de carga Média Úmida com redução das Usinas do Pardo, Tietê e Paranapanema. O cenário considerado apresenta as características descritas abaixo:

- UHEs Pardo, Tietê e Paranapanema com despacho reduzido (20%)
- UFV em 90%

- **Cenário Crítico 2 (patamar de carga média, safra biomassa e UFV EM 90%)**

Para montagem dos casos de trabalho para análise do carregamento na LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto C1/C2, considerou-se o cenário de carga Média Seco com UFV em 90%. O cenário considerado apresenta as características descritas abaixo:

- UHEs do Sudeste/Centro-Oeste com despacho elevado (>50%)
- UFV em 90%

## 4.5 Limites Operativos

### ▪ Tensão

Como critério de análise do perfil de tensão, admitiu-se que os barramentos de carga da Rede Básica não deveriam exceder as faixas estabelecidas nos Procedimentos de Rede para classificação adequada, conforme apresentadas na Tabela 4-1.

**Tabela 4-1 – Limites operativos de tensão.**

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

### ▪ Carregamento

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

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

### ▪ Fator de Potência

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

## 4.6 Parâmetros Econômicos

Para o custeamento das novas instalações, foram utilizados os preços referenciais da ANEEL de 03/2022. Salienta-se que esses valores são de referência, compostos por custos médios de mercado e utilizados apenas para comparação de alternativas em estudos de planejamento, não servindo como base para orçamentos executivos do empreendimento.

Foram considerados ainda:

- Custo marginal de expansão (custos das perdas): R\$ 196,05/MWh;
- Taxa de desconto: 8% a.a.;
- Ano de referência: 2027;
- Tempo de vida útil das instalações: 30 anos;
- Ano horizonte: 2038; e
- Empate entre alternativas: diferença de custos inferior a 5 % (requer análises adicionais).

Para o cálculo dos custos das perdas foram considerados os três patamares de carga e os intercâmbios Norte Seco E Norte Úmido do Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2033.

## 5 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA

### 5.1 Sistema Elétrico de Interesse

O sistema de interesse é apresentado na Figura 5-1 e está localizado no estado de São Paulo. Tal rede é composta por uma ampla malha de linhas e subestações em 138 kV.

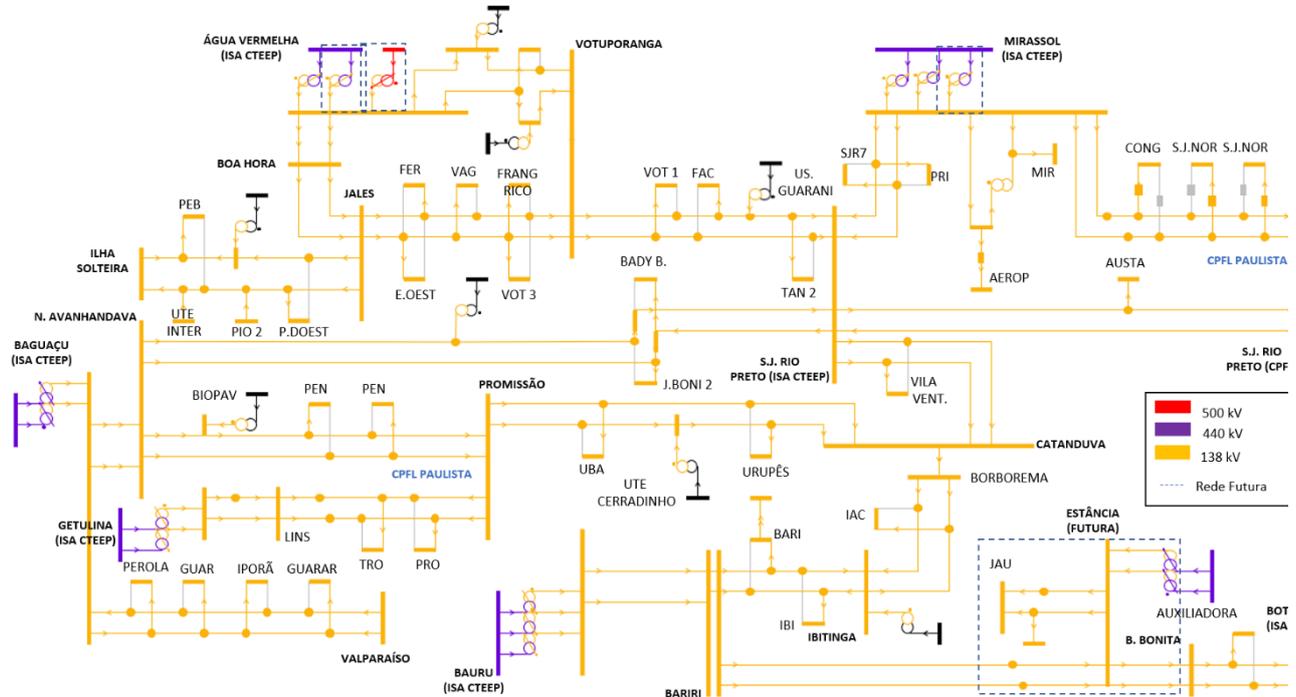


Figura 5-1 – Sistemas de Interesse.

As cargas da região pertencem às concessionárias de distribuição CPFL Paulista e Elektro. A Rede Básica na região Noroeste de São Paulo é composta por linhas de 440 kV que interligam as usinas hidrelétricas das bacias do Paraná, Paranaíba, Grande e Tietê, aos principais centros de carga do estado, além de duas linhas de 500 kV que chegam na SE Água Vermelha oriundas do sistema da área Minas Gerais. O atendimento à carga da região é feito por DIT, em 138 kV, que são supridas por transformações de fronteira em 440/138 kV.

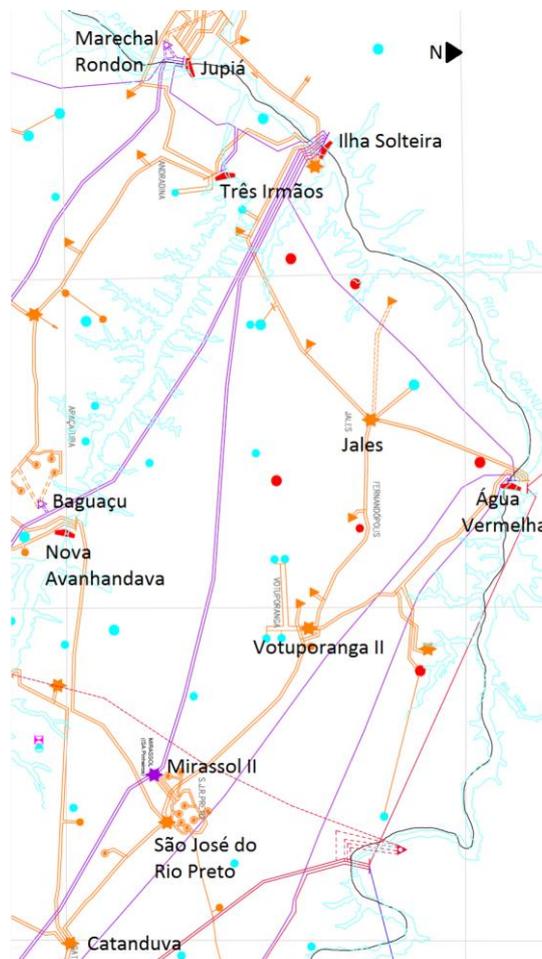
Os pontos de fronteira com a rede DIT 138 kV são as subestações de Três Irmãos, Jupiá, Marechal Rondon, Mirassol II, Baguaçu e Água Vermelha, sendo essa última suprida por uma transformação 500/440 kV (3 x 750 MVA). Há, ainda, a previsão para entrar em operação no ano de 2024 da nova transformação 500/440 kV (3 x 750 MVA) e em 2027 a instalação do 1º banco de transformadores monofásicos TR 500/138 kV, 400 MVA (3+1R x 133 MVA) e módulos de conexão associados.

Ainda no sistema de 440 kV, mas sem conexão com o 138 kV, existe a subestação de Ilha Solteira, onde se encontra a UHE com a maior capacidade instalada da região. Essa SE possui ligação com a SE Ilha Solteira II, que faz acoplamento com o sistema 230 kV dimensionado para escoar os excedentes de geração à biomassa contratados no estado do Mato Grosso do Sul.

O sistema DIT de 138 kV é composto pelas subestações de Ilha Solteira, Boa Hora, Jales, Votuporanga II, São José do Rio Preto, Catanduva e Nova Avanhandava, além das subestações de

fronteira anteriormente mencionadas. Conectados a esse sistema estão as cargas das distribuidoras CPFL e ELEKTRO e grande parte das usinas hidrelétricas e a biomassa.

O sistema da região pode ser visto em mais detalhes na Figura 5-2.



**Figura 5-2 – Sistema de Interesse.**

Com o intuito de melhor caracterizar o sistema, foram considerados os pontos de conexão na rede de 138 kV, referente a geração fotovoltaica, conforme a Tabela 5-1.

**Tabela 5-1 - Representação dos pontos de conexão de geração fotovoltaica.**

Fonte	Subsistema	UF	Ponto de Conexão	Tensão (kV)	Central Geradora	Potência Instalada (MW)
UFV	SE/CO	SP	Boa Hora	138	Boa Hora 1	23,04
UFV	SE/CO	SP	Boa Hora	138	Boa Hora 2	23,04
UFV	SE/CO	SP	Boa Hora	138	Boa Hora 3	23,04
UFV	SE/CO	SP	Boa Hora	138	Água Vermelha IV	15,20
UFV	SE/CO	SP	Boa Hora	138	Água Vermelha V	30,40
UFV	SE/CO	SP	Boa Hora	138	Água Vermelha VI	30,40
UFV	SE/CO	SP	Água Vermelha - Votuporanga II	138	Pedranópolis 2	30,00
UFV	SE/CO	SP	Água Vermelha - Votuporanga II	138	Pedranópolis 1	30,00
UFV	SE/CO	SP	Água Vermelha - Votuporanga II	138	Pedranópolis 3	30,00
UFV	SE/CO	SP	Boa Hora	138	Água Vermelha VII	33,21

▪ **Obras referenciais**

As obras representadas nos casos de estudo com impacto na região de interesse são detalhadas a seguir:

- **2025 - LT 138 kV Boa Hora – Jales:** reconstrução/recondutoramento CD, 45,04 km, ampliando a capacidade para 249/293 MVA e adequações dos terminais na SE Jales;
- **2026 - LT 138 kV Jales – Votuporanga II:** reconstrução Recapacitação da LT 138 kV Jales – Votuporanga, no trecho entre a SE Jales e a derivação Fernandópolis, 31,6 km, ampliando a capacidade para 139/163 MVA;
- **2027 - 2 TRs de 300/360 MVA:** seccionamento de um circuito da LT 440 kV Bauru – Salto, 1 km; LD 138 kV Estância – Jaú/Jaú 4, 19 km; e LD 138 kV Estância – Barra Bonita/Bracell, 1,5 km.
- **2028 - SE Água Vermelha 500/138 kV:** instalação do 1º banco de transformadores monofásicos TR 500/138 kV, 400 MVA (3+1R x 133 MVA) e módulos de conexão associados.

## 5.2 Desempenho Elétrico da Rede

As próximas sessões apresentam os problemas observados no cenário mais crítico, os cenários dimensionadores deste estudo, sendo estes, carga Média Norte Úmido e carga Média Norte Seco, respectivamente entressafra e safra das usinas de biomassa.

### ▪ Cenário Dimensionador 1 (Patamar de carga média, entressafra biomassa e UFV em 90%)

Os resultados apresentados abaixo foram realizados no cenário de carga média, entressafra da biomassa considerando o despacho das usinas fotovoltaicas de São Paulo despachando 90% da capacidade.

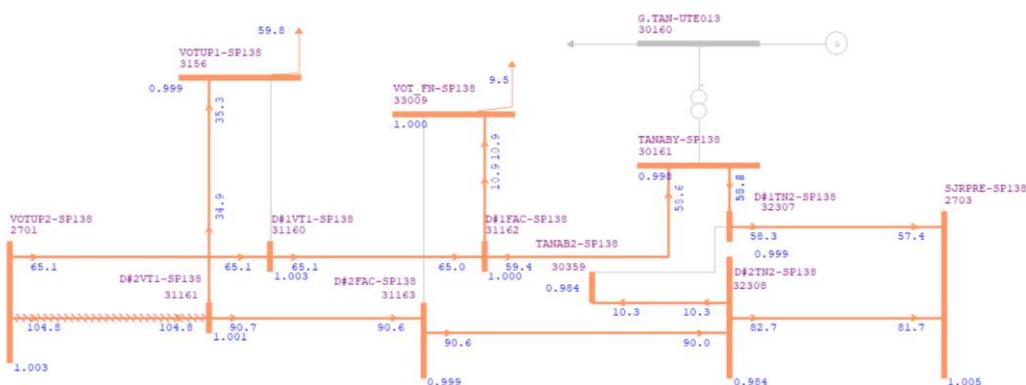
A Tabela 5-2 apresenta as violações e pontos de atenção sobre o carregamento no sistema de interesse em condições normais e de contingência.

**Tabela 5-2 – Diagnóstico do sistema– Condição Normal e Emergência – Fluxo.**

Regime	Linhas		2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Normal</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	124 -15	122 -14	129 -16	130 -16	133 -16	137 -15	138 -16	145 -16	148 -16	149 -15	151 -15	165 -14
		139	90%	88%	94%	94%	96%	99%	100%	105%	106%	108%	109%	118%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	53 -6	52 -6	53 -5	52 -5	51 -4	52 -6	52 -3	54 -3	56 -2	57 -1	59 -2	62 -4
		138	39%	38%	38%	38%	38%	38%	38%	39%	41%	41%	43%	45%
<b>Contingência LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	154 -16	151 -16	160 -17	162 -17	166 -17	170 -16	171 -17	180 -17	183 -17	185 -16	186 -15	203 -14
		163	94%	93%	99%	99%	102%	104%	106%	110%	112%	113%	114%	124%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	42 -3	41 -3	41 -2	40 -2	39 -1	39 -3	39 0	41 1	42 1	43 2	45 1	47 -2
		163	26%	25%	25%	25%	24%	25%	24%	25%	26%	26%	28%	29%
<b>Contingência LT 138 kV Jales - Votuporanga II</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	118 -13	115 -12	122 -14	123 -14	126 -14	130 -12	131 -14	137 -15	139 -14	141 -14	142 -14	155 -13
		163	72%	71%	75%	75%	77%	79%	80%	85%	86%	87%	87%	95%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	2	66 -8	65 -8	66 -8	65 -7	65 -6	66 -9	65 -5	69 -5	70 -4	72 -3	74 -1	79 -4
		163	41%	40%	41%	40%	40%	40%	40%	42%	43%	44%	45%	48%
<b>Contingência LT 440 kV Água Vermelha – Ilha Solteira</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	136 -18	133 -17	143 -19	150 -20	149 -19	150 -17	152 -19	159 -19	168 -20	166 -19	158 -16	186 -20
		163	84%	82%	88%	93%	92%	92%	94%	98%	104%	103%	98%	115%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	57 -6	56 -6	58 -6	59 -5	57 -4	56 -7	57 -3	59 -3	63 -2	63 -1	61 -1	71 -1
		163	36%	34%	36%	36%	35%	35%	35%	36%	39%	39%	37%	44%
<b>Contingência LT 138 kV Usina Guarani – São José do Rio Preto</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	146 -19	143 -18	152 -20	153 -19	157 -20	162 -19	163 -19	172 -20	174 -19	176 -19	178 -18	195 -16
		163	90%	88%	93%	94%	97%	99%	100%	106%	107%	108%	109%	118%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	43 -4	41 -4	41 -3	40 -3	40 -2	40 -3	39 -1	41 -0	42 0	44 1	45 0	47 -3
		163	26%	26%	26%	25%	25%	25%	24%	25%	26%	27%	28%	29%

### 5.2.1 Condições Normais (cenário dimensionador 1)

Com relação ao desempenho dos circuitos, podemos observar sobrecarga no trecho inicial da LT 138 kV Votuporanga – São José do Rio Preto, entre a SE Votuporanga II e a derivação Votuporanga I, sendo previstas violações de 4,8% a 18% da capacidade de longa duração dentro do horizonte do estudo, a partir do ano de 2034, conforme Figura 5-3. Observa-se carregamentos elevados nos trechos adjacentes da SE Votuporanga II.



**Figura 5-3 - Regime normal de operação, 2034 – Cenário 1.**

## 5.2.2 Condições de Emergência (cenário dimensionador 1)

No final do horizonte, na emergência da LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto, o trecho inicial da linha apresenta sobrecarga 2% da capacidade de emergência, conforme Figura 5-4.

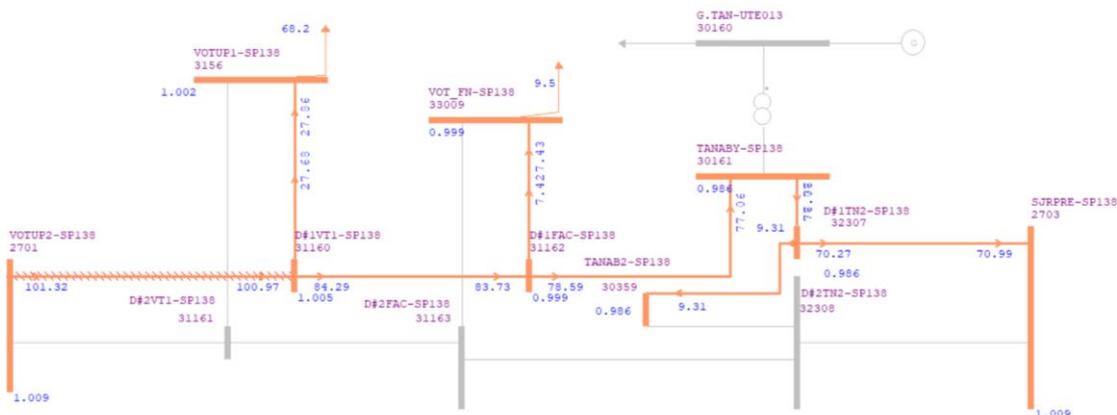


Figura 5-4 - Emergência LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto, 2038 – Cenário 1.

### ▪ Cenário Dimensionador 2 (Patamar de carga média, safra da biomassa e UFV em 90%)

Todas as simulações apresentadas abaixo foram realizadas no cenário de carga média, safra da biomassa considerando o despacho das usinas fotovoltaicas de São Paulo despachando 90% da capacidade.

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

Tabela 5-3 – Diagnóstico do sistema– Condição Normal e Emergência – Fluxo.

Regime	Linhas	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	
<b>Normal</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	a	139 -15	148 -17	151 -17	163 -17	164 -17	165 -17	174 -18	176 -17	182 -17	183 -18	187 -17
		139	98%	99%	106%	109%	116%	117%	118%	125%	126%	130%	132%	135%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	-11 7	-12 8	-11 7	-11 7	-9 9	-9 8	-9 10	-6 9	-4 9	-2 10	1 12	3 11
		138	9%	10%	9%	9%	9%	9%	10%	8%	7%	7%	9%	8%
<b>Contingência LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	134 -15	137 -15	147 -16	152 -17	165 -16	167 -17	168 -16	179 -18	181 -17	187 -17	188 -20	193 -19
		163	82%	83%	90%	93%	101%	102%	103%	109%	110%	114%	116%	118%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	-23 12	-24 13	-24 13	-24 14	-24 15	-24 15	-25 16	-21 16	-20 16	-18 17	-15 22	-14 21
		163	16%	17%	17%	17%	18%	17%	18%	17%	16%	15%	17%	15%
<b>Contingência LT 138 kV Jales - Votuporanga II</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	140 -15	142 -14	151 -15	154 -15	165 -16	165 -16	167 -16	176 -17	177 -16	182 -16	183 -19	186 -18
		163	85%	87%	91%	93%	100%	101%	101%	107%	108%	111%	112%	114%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	2	-13 8	-14 8	-13 8	-12 8	-10 10	-9 9	-10 10	-6 9	-4 10	-1 10	3 16	6 15
		163	9%	10%	9%	9%	9%	8%	9%	7%	7%	6%	10%	10%
<b>Contingência LT 440 kV Água Vermelha - Ilha Solteira</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	126 -13	132 -14	149 -17	150 -17	171 -18	165 -18	173 -18	177 -18	177 -17	183 -17	178 -18	186 -17
		163	77%	80%	91%	92%	104%	101%	106%	108%	108%	112%	109%	113%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	-15 7	-14 8	-11 7	-11 7	-6 9	-8 8	-6 9	-5 9	-4 9	-1 10	-1 13	2 11
		163	10%	10%	8%	8%	7%	7%	7%	6%	6%	6%	8%	7%
<b>Contingência LT 138 kV Usina Guarani – São José do Rio Preto</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	171 -22	174 -21	185 -22	189 -22	203 -22	204 -22	206 -21	216 -22	218 -22	225 -21	225 -24	230 -23
		163	104%	106%	113%	115%	124%	125%	126%	133%	134%	137%	139%	142%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	-27 14	-28 15	-29 15	-28 15	-28 17	-28 17	-29 18	-26 18	-24 18	-22 19	-20 24	-17 24
		163	19%	20%	20%	20%	20%	20%	21%	19%	19%	18%	19%	18%

### 5.2.3 Condições Normais (cenário dimensionador 2)

Na condição normal de operação podemos observar sobrecarga no trecho inicial da LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto, entre a SE Votuporanga II e a derivação Votuporanga I a partir do ano de 2028.

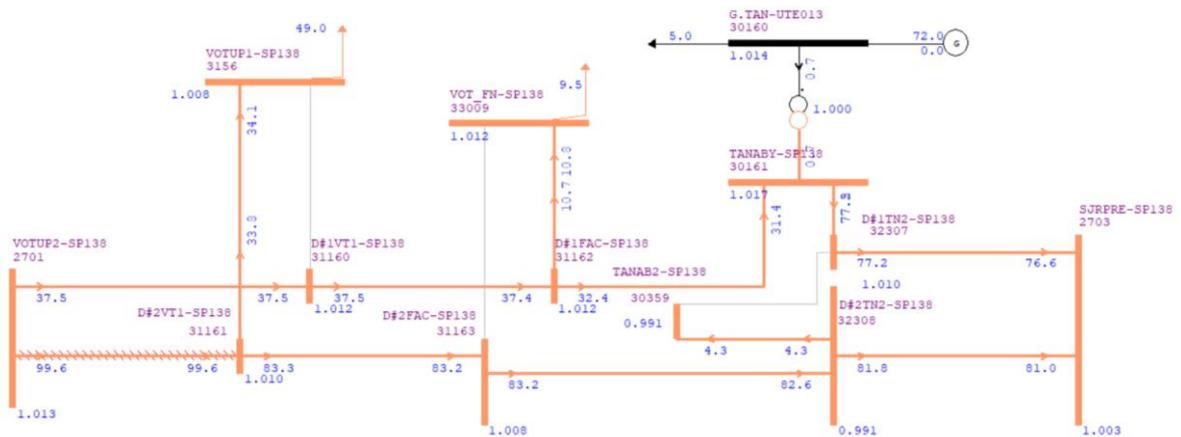


Figura 5-5 - Regime normal de operação, 2028 – Cenário 2.

No ano de 2032 observa-se sobrecarga nos 3 primeiros trechos da LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto, conforme Figura 5-6.

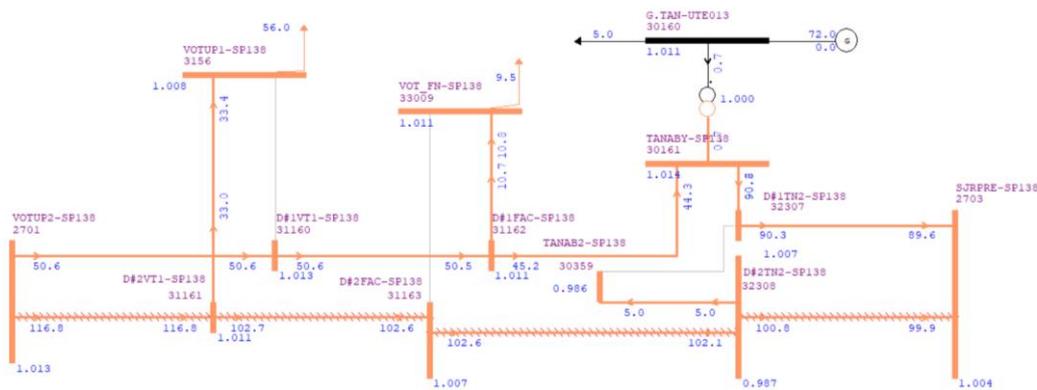


Figura 5-6 - Regime normal de operação, 2032 – Cenário 2.

A Figura 5-7 apresenta o sistema em regime normal no ano horizonte do estudo, 2038.

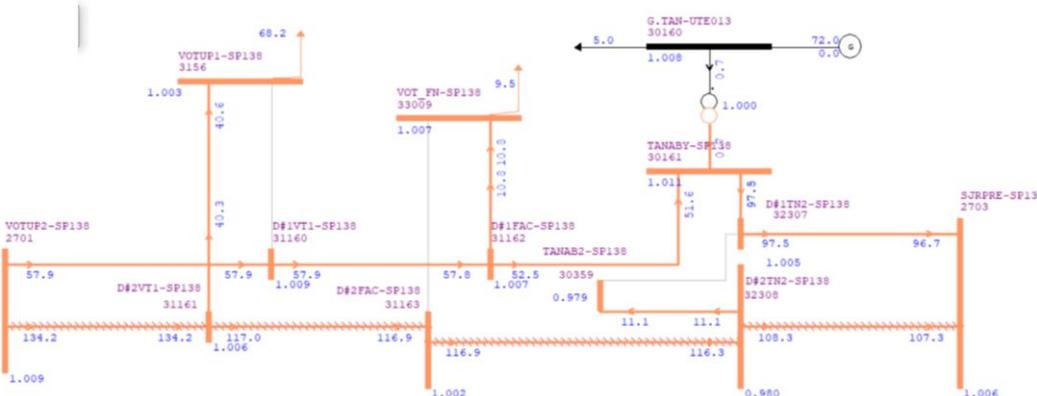


Figura 5-7 – Regime normal de operação, 2038 – Cenário 2.



## 6 ALTERNATIVAS

---

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

Tendo em vista o porte do sistema DIT em questão, considerando o nível de tensão em 138 kV e os níveis de correntes circulantes nessa rede, entendeu-se como oportuno avaliar novas tecnologias existentes no mercado mundial, como os dispositivos FACTS, que utilizam eletrônica de potência para controle de fluxo de potência ativa e otimização da rede existente.

Para tanto, foi realizada consulta junto aos grandes fabricantes de equipamentos, no sentido de identificar o portfólio de soluções existentes e que sejam aplicáveis ao sistema em estudo. A consulta abordou aspectos tecnológicos e logísticos, inclusive quanto à possibilidade de fornecimento de equipamentos, com foco sobre as seguintes questões:

- Dispositivos conectados em série e/ou derivação para controle de fluxo de potência ativa;
- Flexibilidade para aumento do nível de compensação em série fornecida pelo dispositivo ou capacidade de controle de fluxo;
- Faixa de operação em polaridades, capacitiva e indutiva (se houver);
- Tecnologia: Conversores modulares multinível com IGBTs (VSC)/ Controle à tiristores;
- Flexibilidade de instalação, escalabilidade e possibilidade de reutilização mesmo em diferentes níveis de tensão.

Dos cinco fabricantes consultados, quatro responderam. A seguir é apresentado um quadro resumo das respostas recebidas.

Tabela 6-1 – Quadro resumo – Consulta fabricantes.

Fabricante	Indicou solução do portfólio	Tipo de solução	Conexão	Tecnologia	Flexibilidade de utilização	Descrição Sucinta
Fabricante 1	Não	-	-	-	-	Considerando os requisitos da consulta – solução de controle de fluxo de potência para nível de tensão de 138kV e potência da ordem de 5 Mvar – o fabricante informa não ter um produto disponível que poderia ser utilizado e não possui, por enquanto, em seu <i>roadmap</i> de desenvolvimento a previsão de adentrar nesse mercado.
Fabricante 2	Sim	Eletromecânica	Série	PST ( <i>Phase Shift Transformer</i> )	Sim	O fabricante propõe uma solução modular, composta por transformadores defasadores e conexões em GIS, propiciando dimensões reduzidas e facilidade de transporte.
Fabricante 3	Sim	FACTS	Série	SSSC ( <i>Static Synchronous Series Compensator</i> ), sem transformador de acoplamento	Sim	O fabricante propõe equipamento com tecnologia IGBT, para injeção de tensão série na linha de transmissão, que podem estar adiantadas ou atrasadas com relação à corrente da linha em 90°, desta forma, emulando uma corrente indutiva ou capacitiva, como uma reatância-série controlável que permite reduzir ou aumentar a impedância de linha equivalente e melhorar a capacidade de controle de fluxo de potência ativa na linha de transmissão.
Fabricante 4	Sim	FACTS	Série	SSSC ( <i>Static Synchronous Series Compensator</i> ), sem transformador de acoplamento	Sim	O fabricante propõe equipamento com tecnologia IGBT, para injeção de tensão série na linha de transmissão, que podem estar adiantadas ou atrasadas com relação à corrente da linha em 90°, desta forma, emulando uma corrente indutiva ou capacitiva, como uma reatância-série controlável que permite reduzir ou aumentar a impedância de linha equivalente e melhorar a capacidade de controle de fluxo de potência ativa na linha de transmissão.

O Fabricante 1 respondeu à consulta, mas não indicou uma proposta de solução de seu portfólio, alegando que ao considerar os requisitos da consulta – solução de controle de fluxo de potência para nível de tensão de 138kV e potência da ordem de 5 Mvar – não dispõe de um produto comercial que poderia ser utilizado.

Com relação ao Fabricante 2, a solução proposta se baseia na tecnologia PST (*Phase Shift Transformer*), que são os já conhecidos transformadores defasadores. O caráter inovador dessa proposta se dá pelo fato de ser uma solução modular, composta por conexões integradas em GIS, que garantem dimensões mais reduzidas e facilidade de transporte para eventual aplicação em diferentes pontos do sistema.

No que diz respeito aos Fabricantes 3 e 4, as soluções propostas apresentaram características bastante similares, constituídas de dispositivos FACTS série, baseados na tecnologia SSSC (*Static Synchronous Series Compensator*). O princípio de operação do SSSC assemelha-se ao de um STATCOM (*Static Synchronous Compensator*), caracterizando-se como uma fonte de tensão com capacidade simétrica. No entanto, sua instalação ocorre em série com o sistema de potência, ao invés de instalar-se em paralelo. A introdução de uma impedância controlável dinamicamente é obtida por meio da injeção de tensão em quadratura ( $90^\circ$ ) em relação a corrente de linha. Este processo resulta em efeitos de uma impedância capacitiva, quando a tensão é injetada adiantada ( $+90^\circ$ ) em relação a corrente de linha e em efeitos indutivos quando a tensão é injetada atrasada ( $-90^\circ$ ).

Outro ponto de similaridade nas soluções propostas pelos fabricantes que se basearam na tecnologia SSSC, é com relação à não necessidade de utilização de transformador de acoplamento, o que normalmente é demandado nas soluções em SSSC convencionais. Com isso, há uma redução significativa nas dimensões do equipamento, complexidade e custos, além de propiciar maior flexibilidade quanto à modularização da solução e aplicabilidade em diferentes pontos do sistema.

De um modo geral, todas as soluções apresentadas atendem aos objetivos da alternativa a ser estudada, que seria de prover controlabilidade de fluxo de forma perene, ainda que o sistema evolua com alterações na rede, como, por exemplo, o seccionamento de LT para conexão de novos pontos de carga ou de geração.

Considerando que ambas as soluções FACTS apresentadas se baseiam na tecnologia SSSC, com razoável similaridade quanto aos aspectos construtivos, de princípio de funcionamento e de especificações técnicas, foi realizada uma avaliação sobre as experiências de aplicação no mundo, capacidade de entrega e disponibilidade de mercado, a partir da qual se concluiu como viável a consideração de uma alternativa com a aplicação dessa tecnologia.

Para a solução com defasadores, foi estudada uma alternativa considerando a instalação de unidades em série com os transformadores 440/138 kV e 500/138 kV da SE Água Vermelha, de modo a controlar os fluxos no sistema de 138 kV.

As demais alternativas consideram soluções convencionais, como a instalação de uma nova LT 138 kV ou obras de reconstrução/recondutoramento de linhas existentes para aumento de capacidade.

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

### 6.1 Alternativa 1

A alternativa 1 considerada a reconstrução/recondutoramento da LT 138 kV Votuporanga – São José do Rio Preto, 75 km, para cabo 1x636 MCM, permitindo a elevação da capacidade para 206/242 MVA e substituição dos equipamentos terminais das subestações Votuporanga e S.J. Rio Preto. No ano de 2034 a alternativa necessidade de reforço, sendo este, a ampliação da capacidade do trecho inicial entre a SE Votuporanga II e a derivação Votuporanga I para 230/276 MVA, 1,9 km, para cabo 2x636 MCM. As obras são indicadas na Figura 6-1.

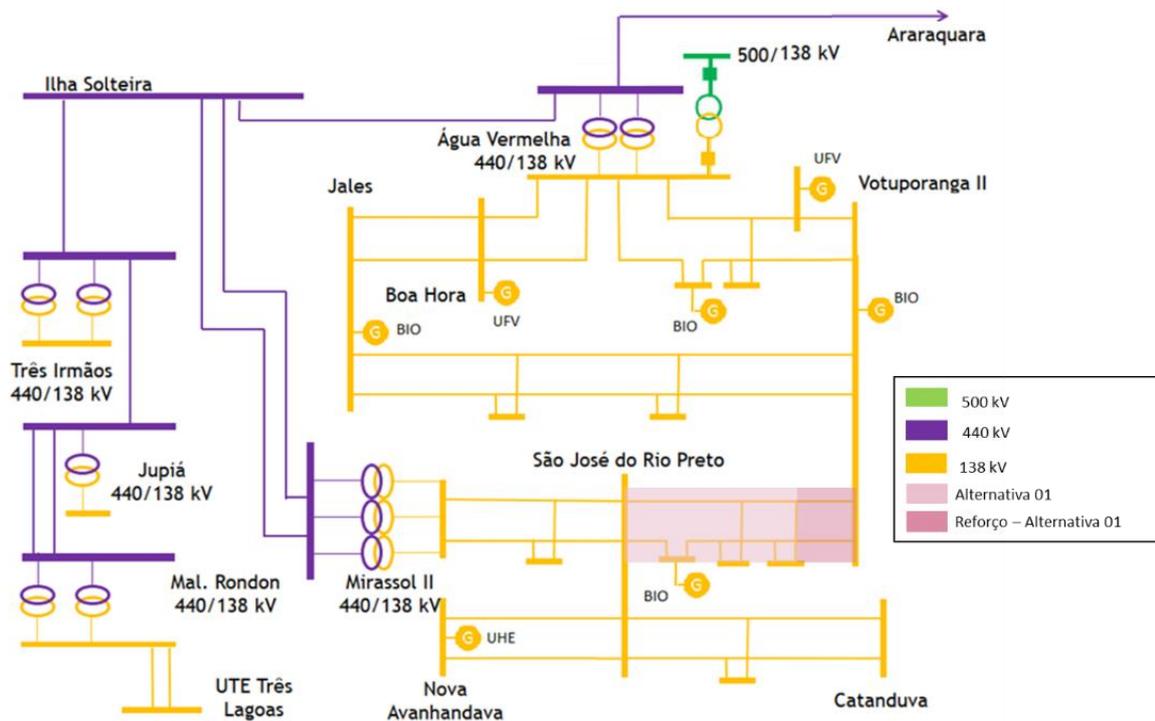


Figura 6-1 – Diagrama Alternativa 1.

## 6.2 Alternativa 2

A Alternativa 2 considera a construção de um novo circuito duplo cabo 1x636 MCM LT 138 kV Votuporanga II – Mirassol II, 65 km, com capacidade para 206/242 MVA e substituição dos equipamentos terminais das subestações Votuporanga II e São José do Rio Preto. No ano de 2032 a alternativa necessita de reforços para trechos da LT 138 kV Jales – Votuporanga II, conforme Figura 6-2.

O referido circuito possui como obra autorizada a recapacitação do trecho entre a SE Jales e a derivação Fernandópolis, 31,6 km, ampliando a capacidade para 139/163 MVA, com prazo contratual para setembro/2025. Contudo, com a construção da LT 138 kV Votuporanga II – Mirassol II, observa-se elevação do fluxo da rede 440 kV de SE Água Vermelha sentido Mirassol II, ocasionando esgotamento dos demais trechos da LT 138 kV Jales – Votuporanga II, adjacentes a derivação Fernandópolis. O reforço adotado consiste na ampliação da capacidade dos demais trechos até a SE Votuporanga II para 139/163 MVA, 42,6 km.

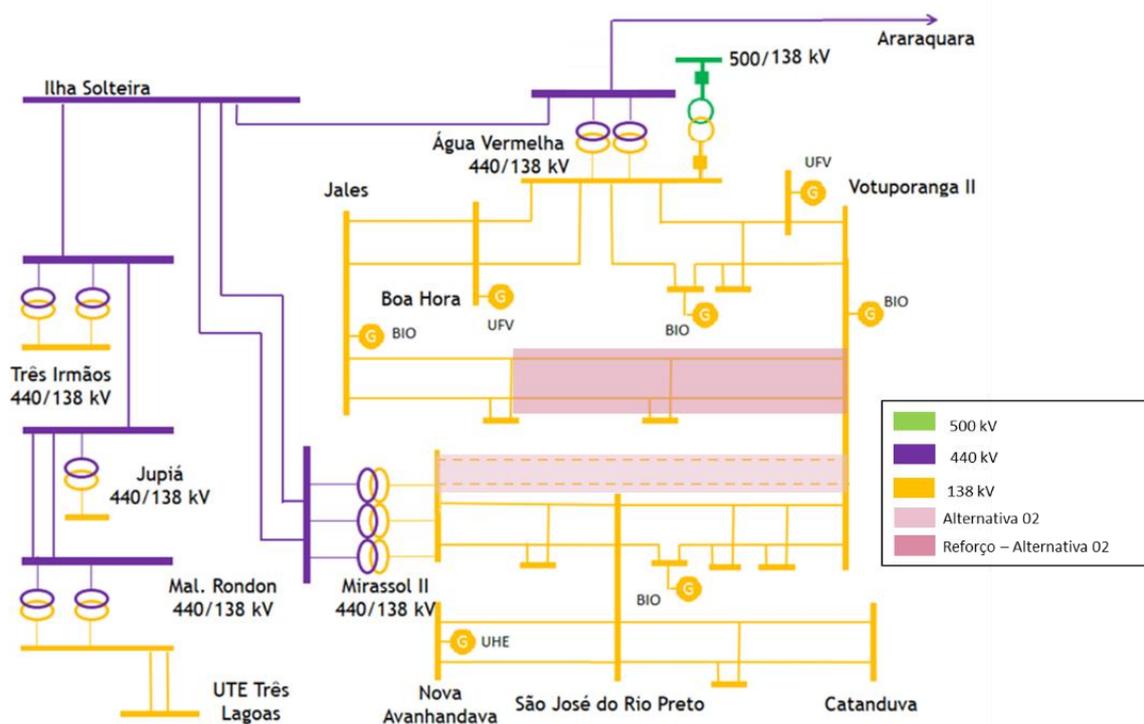


Figura 6-2 – Diagrama da Alternativa 2.

### 6.3 Alternativa 3

A alternativa 3 considera a instalação de dois transformadores defasadores 138/138 kV em série com os transformadores 440/138 kV existentes na SE Água Vermelha, e um transformador defasador 138/138 kV em série com transformador 500/138 kV (em implantação) também na SE Água Vermelha, conforme Figura 6-3.

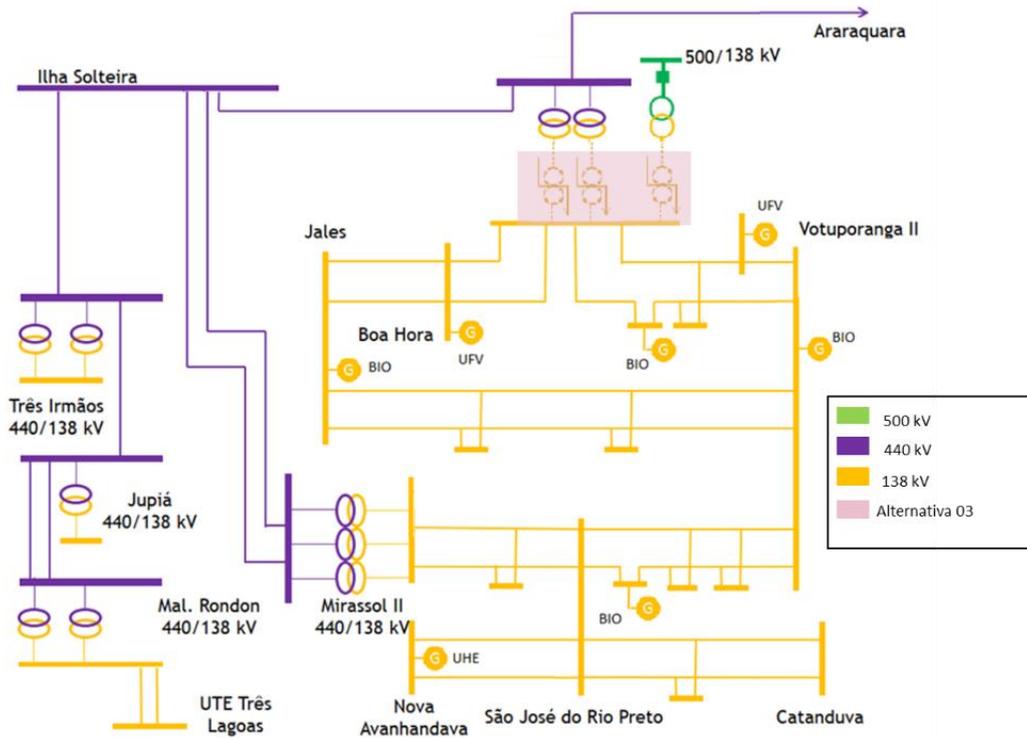


Figura 6-3 – Diagrama Alternativa 3

## 6.4 Alternativa 4

A alternativa 4 é caracterizada pela implantação de equipamentos com tecnologia FACTS para controle de fluxo, composta por módulos de SSSC, a serem instalados nas subestações São José do Rio Preto e Votuporanga II, em série com os circuitos da LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto C1/C2, conforme destacado pelas siglas FACT-D na Figura 6-4.

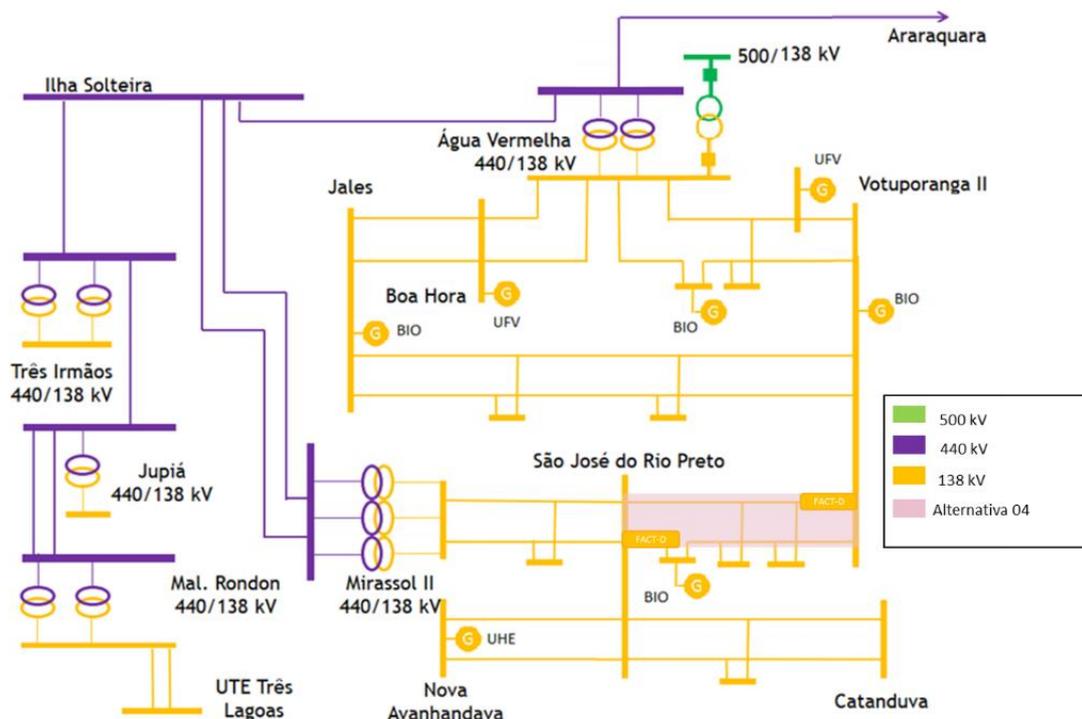


Figura 6-4 – Diagrama Alternativa 4.

Para as simulações e análises de regime permanente dessa alternativa, foi utilizado o modelo elétrico de módulo SSSC disponível no programa Organon, desenvolvido pela HPPA [6], cujos detalhes da modelagem se encontram no Anexo 12-2.

Os programas desenvolvidos pelo CEPEL, amplamente utilizados no setor elétrico brasileiro, ainda não contemplam um modelo elétrico do referido equipamento. Deste modo, para a aplicação da metodologia adotada no processo de comparação técnico-econômica do presente estudo, foi adotada uma representação simplificada dos módulos SSSC na ferramenta Anarede, considerando a modelagem da reatância-série que o dispositivo pode emular (valor constante), em função da máxima injeção de tensão em série com o circuito. Os resultados foram validados com as simulações realizadas no Organon e encontram-se disponíveis no Anexo 14.3 deste relatório.

Também é importante destacar que a alternativa considera o escalonamento da entrada em operação dos módulos dos equipamentos SSSC. De modo a compatibilizar as especificações técnicas fornecidas pelos fabricantes e colocar tudo em uma mesma base de comparação, foi considerado que cada conjunto de módulos deverá ser capaz de compensar, operando como reator-série, até 20% da reatância da LT 138 kV Votuporanga 2 – São José do Rio Preto C1.

Dessa forma, a data de entrada em operação de cada conjunto de módulos foi determinada na medida em se identificavam sobrecargas inadmissíveis, em regime normal de operação (N) ou em emergência (N-1), e os módulos incrementais solucionavam o problema. Esse procedimento foi realizado para todos os anos do horizonte de estudo, de 2027 a 2038, resultando no escalonamento informado na Tabela 6-2.

Cabe destacar que o escalonamento permite explorar o benefício da modularidade da solução, possibilitando a postergação de parte dos investimentos e uma melhor distribuição dos custos de investimentos ao longo do tempo.

**Tabela 6-2 -- Composição e Escalonamento da Alternativa 4.**

Ano	Linha de Transmissão	Terminal	Configuração	Quantidade	Quantidade Acumulada
2027	LT 138 kV Votuporanga 2 – São José do Rio Preto C1–	São José do Rio Preto	1 Módulo SSSC/FASE C1	3	3
2027	LT 138 kV Votuporanga 2 – São José do Rio Preto C2	Votuporanga 2	1 Módulo SSSC/FASE C2	3	3
2029	LT 138 kV Votuporanga 2 – São José do Rio Preto C2	Votuporanga 2	+ 1 Módulo SSSC/FASE C2	3	6
2032	LT 138 kV Votuporanga 2 – São José do Rio Preto C2	Votuporanga 2	+ 1 Módulo SSSC/FASE C2	3	9
2038	LT 138 kV Votuporanga 2 – São José do Rio Preto C1	São José do Rio Preto	+ 1 Módulo SSSC/FASE C1	3	6

No que diz respeito à estimativa de custos de cada conjunto de módulos, a consulta aos fabricantes foi direcionada para que apresentassem o orçamento estimado para a solução que permitisse o controle de fluxo na LT 138 kV Votuporanga 2 – São José do Rio Preto em estudo, considerando o efeito de uma compensação-série em torno de 20% da reatância da LT.

A partir dessa premissa, foram fornecidos os orçamentos apresentados na Tabela 6-3, para cada módulo SSSC/fase, que incluem os custos de gestão de projeto, estudos, supervisão de montagem, comissionamento e taxas portuárias. Os impostos e taxas de importação não estão incluídos.

**Tabela 6-3 – Orçamento por módulo SSSC.**

Fabricante	Orçamento por módulo SSSC/fase (US\$)
Fabricante 3	<b>1.233.333,33</b>
Fabricante 4	<b>985.901,00</b>
<b>Valor médio</b>	<b>1.109.617,17</b>

Como os orçamentos se encontram na mesma ordem de grandeza, optou-se em adotar o orçamento apresentado pelo Fabricante 4 como referência, uma vez que a proposta apresentou um maior nível de detalhamento, tanto da parte de especificação técnica quanto orçamentária, o que possibilitou uma análise técnico-econômica mais apurada.

Para a comparação econômica com as demais alternativas, o valor do orçamento apresentado pelo Fabricante 4 será convertido em Reais (R\$), aplicando-se os impostos e a taxa de câmbio informados na Tabela 6-4 e Tabela 6-5. O resultado da conversão é apresentado na Tabela 6-6.

**Tabela 6-4 – Detalhamento de Impostos.**

<b>Impostos</b>	<b>NCM 9030.33.90</b>
PIS/COFINS	0,00% (REIDI)
IPI	3,25%
Taxa de Importação	2,00%
ICMS	18,00%

**Tabela 6-5 – Detalhamento de Moeda.**

<b>Moeda</b>	<b>2024</b>
BRL / USD (spot)	5,20
BRL / USD (hedge)	5,20

**Tabela 6-6 – Detalhamento do custo (por unidade) – Proposta Fabricante 4 com Impostos em R\$.**

<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>Custo por unidade (R\$ x 1000)</b>
Custo Unitário	Módulo SSSC/Fase + Impostos	<b>R\$ 6.318,63</b>

Em adição ao custo do equipamento SSSC, são considerados os custos das obras civis e de montagem nas subestações terminais da LT 138 kV Votuporanga 2 – São José do Rio Preto C1/C2, conforme orçamento estimado pela ISA-CTEEP, que é a concessionária de transmissão proprietária da LT em questão e das subestações terminais. Os valores para cada etapa do escalonamento previsto na Tabela 6-2 foram estimados por subestação terminal e são apresentados na Tabela 6-7 e Tabela 6-8.

**Tabela 6-7 – Detalhamento do custo para SE São José do Rio Preto.**

<b>Item</b>	<b>Custo Etapa I (3 x SSSC) (R\$ x 1000) - 2027</b>	<b>Etapa II (3 x SSSC) (R\$ x 1000) - 2038</b>
Equipamento Principal + Impostos	18.955,91	18.955,91
EPC (Desenvolvimento do Projeto, Obra Civil e Montagem, Comissionamento, Fiscalização, Administração Central)	8.926,62	3.130,21
	888,34	664,97
<b>Total</b>	<b>28.748,82</b>	<b>22.747,16</b>

**Tabela 6-8 – Detalhamento do custo para SE Votuporanga II.**

<b>Item</b>	<b>Custo Etapa I (3 x SSSC) (R\$ x 1000) - 2027</b>	<b>Etapa II (3 x SSSC) (R\$ x 1000) - 2029</b>	<b>Etapa III (3 x SSSC) (R\$ x 1000) - 2032</b>
Equipamento Principal + Impostos	18.955,91	18.955,91	18.955,91
EPC (Desenvolvimento do Projeto, Obra Civil e Montagem, Comissionamento, Fiscalização, Administração Central)	9.656,45	3.276,55	2.729,35
	888,34	664,97	650,20
<b>Total</b>	<b>29.500,71</b>	<b>22.897,45</b>	<b>22.335,47</b>

Os valores totais calculados na Tabela 6-7e Tabela 6-8 foram os efetivamente utilizados no cômputo dos investimentos da Alternativa 4, conforme apresentado no Anexo 14.1.

## 7 ANÁLISE ECONÔMICA

A estimativa dos custos relacionados às obras propostas para as alternativas foi realizada com base nos critérios descritos no item 4. O detalhamento dos investimentos é apresentado no Anexo 14.1.

### 7.1 Comparação Econômica

As tabelas a seguir indicam, respectivamente, os rendimentos necessários dos investimentos, o diferencial de custos de perdas elétricas e os custos totais associados a cada alternativa para efeitos de comparação. De acordo com a Tabela 7-3, a Alternativa 4, que contempla a instalação de dispositivos FACTS para controle de fluxo na LT 138 kV Votuporanga 2 – São José do Rio Preto C1/C2, é a alternativa de mínimo custo global.

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

<b>Rendimentos Necessários</b>			
<b>Alternativa</b>	<b>Custos (R\$ x 1000)</b>	<b>(%)</b>	<b>Ordem</b>
1 (Reconstrução)	73.047,73	135,1%	2º
2 (Novos Circuitos)	81.934,44	151,5%	4º
3 (Defasadores)	77.484,55	143,3%	3º
4 (FACTS)	54.073,38	100,0%	1º

Tabela 7-2 – Custo Diferencial de Perdas.

<b>Perdas</b>			
<b>Alternativa</b>	<b>Custos (R\$ x 1000)</b>	<b>Diferencial</b>	<b>Ordem</b>
1 (Reconstrução)	55.195.079,46	0,00	1º
2 (Novos Circuitos)	55.257.479,30	62.399,83	3º
3 (Defasadores)	55.278.365,50	83.286,04	4º
4 (FACTS)	55.211.638,74	16.559,27	2º

Tabela 7-3 – Comparação Econômica.

<b>Rendimentos Necessários + Perdas</b>			
<b>Alternativa</b>	<b>Custos (R\$ x 1000)</b>	<b>(%)</b>	<b>Ordem</b>
1 (Reconstrução)	73.047,73	103,4%	2º
2 (Novos Circuitos)	144.334,27	204,3%	3º
3 (Defasadores)	160.770,59	227,6%	4º
4 (FACTS)	70.632,65	100,0%	1º

## 8 ANÁLISE DE DESEMPENHO EM REGIME PERMANENTE

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

O pior cenário para região em análise é o da carga média tanto no período de safra como no período de entressafra da biomassa, com as considerações destacada no item 4.4. Desta forma, os resultados apresentados serão gerados a partir destes cenários.

### 8.1 Alternativa 1

A alternativa 1 apresenta desempenho satisfatório até o ano de 2036 considerando a recapacitação de todos os trechos da LT 138 kV Votuporanga-São José do Rio Preto (1x636 MCM), tanto em regime normal como em regime permanente. Entretanto, no ano de 2036, cenário carga média safra da biomassa, o primeiro trecho da derivação apresenta carregamento em torno de 100% de sua capacidade na contingência da LT 138 kV São José do Rio Preto – UTE Guarani-Tanabi, como apresentado na Figura 8-1.

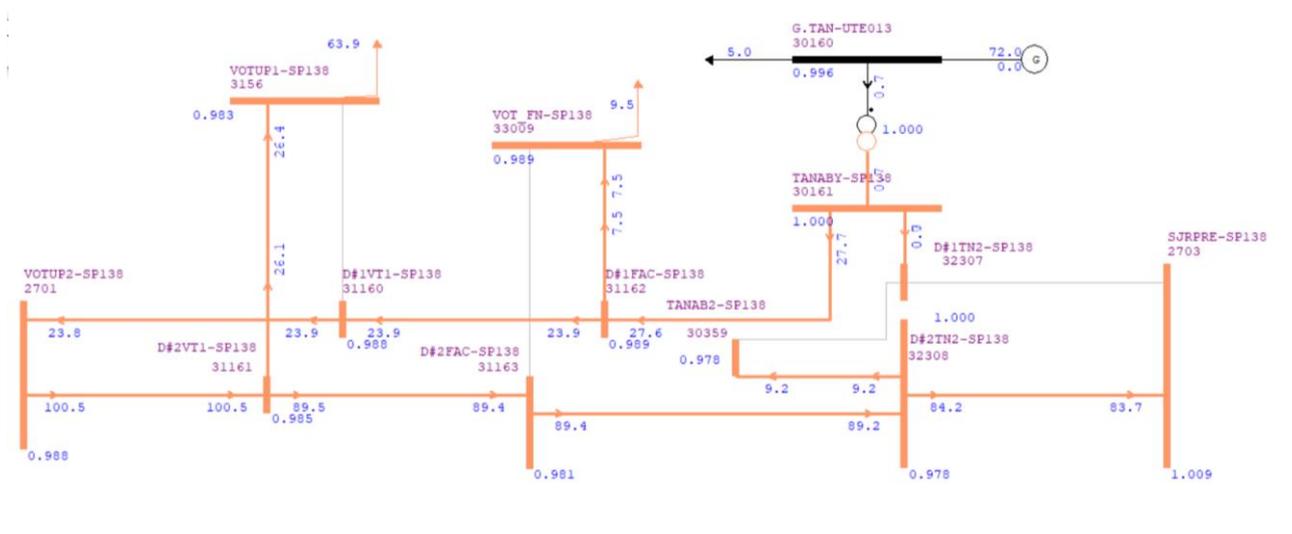


Figura 8-1 – Alternativa 1, 2036, contingência da LT 138 kV São Jose do Rio Preto – UHE Guarani-Tanabi.

Desta forma, é proposta uma nova recapacitação no trecho inicial para cabo de 2x636 MCM. Com essas obras proposta o sistema apresenta desempenho satisfatório até o final do horizonte tanto em regime normal como emergência, conforme apresentado nos resultados de tabelamentos a seguir.

- **Cenário Dimensionador 1 (Patamar de carga média, entressafra biomassa e UFV em 90%)**

A Tabela 8-1 apresenta os valores de fluxos já com todas as obras indicadas para alternativa 1 até o final do horizonte no patamar de carga média cenário úmido (entressafra da biomassa).

**Tabela 8-1 - Fluxos nas linhas - Alternativa 01– Condição Normal e Emergência – Cenário 1.**

Regime	Linhas		2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Normal</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	134 -3	132 -3	139 -3	140 -3	143 -2	148 1	149 -2	157 -2	162 3	161 -0	162 -3	175 -0
		206/230	66%	65%	68%	68%	70%	72%	73%	69%	70%	71%	72%	77%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	57 -2	56 -2	57 -1	56 -0	56 1	57 -2	56 2	60 3	61 3	62 5	66 9	69 8
<b>Contingência LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	165 0	162 1	171 0	173 1	177 2	182 5	183 3	193 4	198 9	198 5	197 2	215 7
		242/276	69%	67%	71%	72%	74%	76%	76%	81%	82%	72%	73%	79%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	45 1	44 1	44 2	43 3	43 4	43 1	42 5	45 6	46 6	47 8	50 13	52 10
<b>Contingência LT 138 kV Jales - Votuporanga II</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	124 -3	121 -2	128 -3	130 -3	133 -3	137 1	138 -2	145 -2	149 2	149 -1	148 -4	162 -1
		242/276	52%	50%	54%	54%	55%	57%	57%	60%	62%	55%	55%	60%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	2	70 -3	68 -3	70 -2	69 -1	69 -1	70 -4	69 1	73 2	76 2	77 4	80 9	85 7
<b>Contingência LT 440 kV Água Vermelha – Ilha Solteira</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	1	86 -15	84 -15	92 -16	97 -17	97 -17	98 -16	99 -17	104 -17	110 -15	108 -18	100 -20	119 -20
		242/276	36%	36%	39%	41%	41%	41%	43%	39%	41%	41%	38%	45%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	62 -1	60 -1	63 0	63 1	62 2	61 -0	62 3	65 4	68 4	69 6	68 10	78 12
<b>Contingência LT 138 kV Usina Guarani – São José do Rio Preto</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	159 -2	156 -1	166 -1	167 -1	171 -0	177 3	178 1	188 2	194 7	193 3	193 0	210 5
		242/276	66%	65%	69%	69%	71%	74%	74%	69%	70%	71%	71%	77%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	46 0	45 0	45 1	44 2	44 3	44 0	43 4	46 5	47 5	48 7	51 12	53 9
	163	29%	28%	28%	27%	27%	27%	27%	27%	28%	29%	30%	33%	

▪ **Cenário Dimensionador 2 (Patamar de carga média, safra biomassa e UFV em 90%)**

A Tabela 8-2 apresenta os valores de fluxos já com todas as obras indicadas para alternativa 1 até o final do horizonte no patamar de carga média cenário seco (safra da biomassa).

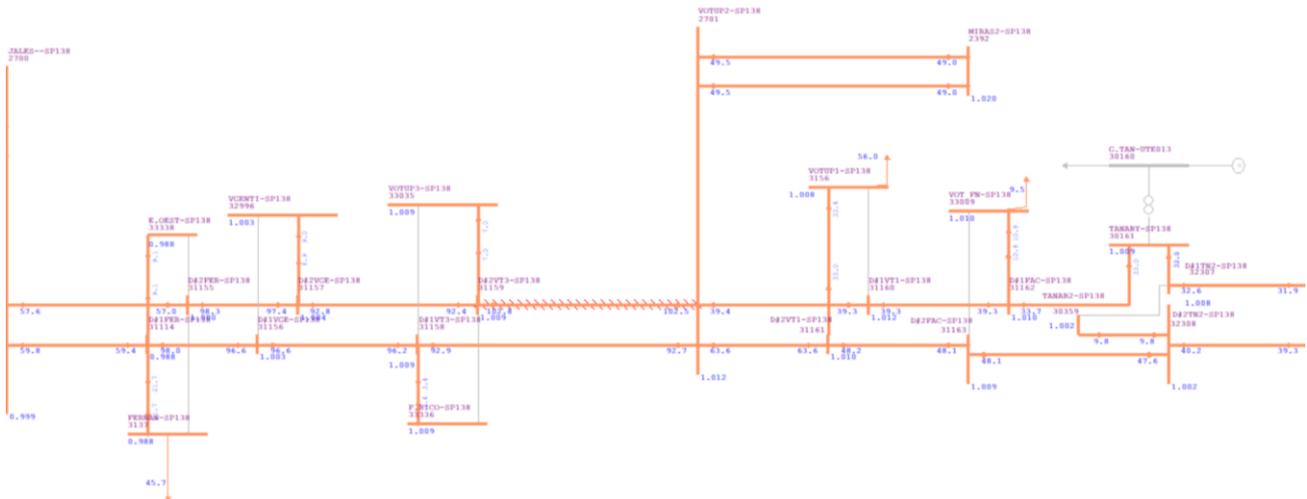
**Tabela 8-2 – Fluxos nas linhas - Alternativa 01– Condição Normal e Emergência – Cenário 2.**

Regime	Linhas		2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Normal</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	147 0	149 -0	158 -1	161 -0	173 1	174 1	176 2	184 1	186 2	193 3	194 -0	198 1
		206/230	71%	72%	77%	79%	84%	85%	86%	90%	91%	85%	86%	87%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	-7 10	-8 13	-7 13	-6 13	-4 16	-4 15	-5 16	-1 16	0 16	3 17	6 22	8 23
<b>Contingência LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	152 3	132 -10	166 3	171 4	185 6	187 6	188 7	228 -2	230 -1	208 8	209 4	214 5
		242/276	63%	80%	69%	71%	77%	78%	79%	95%	96%	76%	77%	79%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	-18 15	-25 15	-19 18	-19 19	-18 21	-18 21	-19 22	-9 19	-8 20	-12 23	-9 28	-7 29
<b>Contingência LT 138 kV Jales - Votuporanga II</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	149 1	135 -8	159 -0	163 0	174 1	175 1	176 2	185 1	186 2	192 2	193 -1	196 -1
		242/276	61%	82%	66%	67%	72%	73%	74%	77%	78%	70%	71%	72%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	2	-9 12	-16 10	-8 15	-7 15	-4 18	-4 17	-4 19	0 18	2 19	5 19	9 25	12 26
<b>Contingência LT 440 kV Água Vermelha – Ilha Solteira</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	134 0	141 0	159 -1	160 -0	182 1	175 1	184 2	187 1	187 2	194 3	189 -0	196 0
		242/276	55%	58%	66%	67%	76%	73%	77%	78%	78%	71%	70%	72%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	2	-14 -5	-12 -3	-7 -3	-6 -3	-0 -1	-2 -2	0 -1	2 -2	2 -2	5 -2	5 2	8 2
<b>Contingência LT 138 kV Usina Guarani – São José do Rio Preto</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	185 1	188 1	199 2	204 3	218 6	220 5	221 6	232 7	234 7	241 8	242 5	247 6
		242/276	76%	78%	83%	85%	91%	91%	93%	97%	98%	88%	90%	91%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	-24 18	-25 20	-25 21	-24 21	-24 24	-24 23	-24 25	-21 25	-20 25	-18 26	-15 32	-13 32
	163	18%	20%	20%	20%	21%	21%	21%	21%	20%	20%	21%	21%	

As tabelas apontam um desempenho satisfatório ao longo de todo horizonte de estudo. Em condição de emergência o pior cenário identificado é a perda da LT 138 kV Usina Guarani Tanabi – São José do Rio Preto, ocasionando carregamento de 98%, dentro dos limites admissíveis, no ano de 2035.

## 8.2 Alternativa 2

A alternativa 2 apresenta desempenho satisfatório até o ano de 2031 considerando a construção de nova LT 138 kV Votuporanga – Mirassol (1x636 MCM), tanto em regime normal como em regime permanente. Entretanto, no ano de 2032, cenário carga média entressafra da biomassa, a LT 138 kV Jales – Votuporanga apresenta sobrecarga em regime normal de operação no trecho da derivação entre o terminal das subestações Votuporanga II e F. Rico, como apresentado na Figura 8-2. Observa-se que a elevação de carregamento no trecho final da LT 138 kV Jales – Votuporanga é oriundo da reversão de fluxo da rede de distribuição ocasionada por MIMGD na carga média, na SE 138 kV Votuporanga III.



**Figura 8-2 - Alternativa 2, 2032, regime normal de operação.**

Como apresentado no Capítulo 5, está prevista e considerada no estudo a Recapacitação da LT 138 kV Jales – Votuporanga, no trecho entre a SE Jales e a derivação Fernandópolis, 31,6 km, ampliando a capacidade para 139/163 MVA. Desta forma, o presente estudo propõe a recapacitação dos trechos restante para mesma capacidade 139/163 MVA (cabo 1x636 MCM) no ano de 2032.

Com as obras proposta o sistema apresenta desempenho satisfatório até o final do horizonte em regime normal e emergência, conforme apresentado nas tabelas a seguir.

▪ **Cenário Dimensionador 1 (Patamar de carga média, entressafra biomassa e UFV em 90%)**

Nesta sessão serão apresentadas apenas as violações mais severas detectadas no cenário analisado.

**Tabela 8-3– Fluxos - Alternativa 02– Condição Normal e Emergência – Cenário 1.**

Regime	Linhas		2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Normal</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	132 -3	129 -3	137 -3	138 -3	141 -2	145 1	146 -2	154 -2	159 3	159 -0	158 -3	173 -0
		206/230	65%	63%	67%	67%	69%	71%	72%	76%	77%	70%	70%	77%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	56 -2	55 -2	56 -1	55 -0	55 0	56 -2	55 2	58 3	60 3	61 4	64 9	68 7
		138	41%	40%	41%	40%	40%	41%	40%	42%	43%	44%	47%	49%
<b>Contingência LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	165 0	162 1	171 0	173 1	177 2	182 5	183 3	193 4	198 9	198 5	197 2	215 7
		242/276	69%	67%	71%	72%	74%	76%	76%	81%	82%	72%	73%	79%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	45 1	44 1	44 2	43 3	43 4	43 1	42 5	45 6	46 6	47 8	50 13	52 10
		163	28%	27%	28%	26%	26%	26%	26%	28%	29%	32%	33%	
<b>Contingência LT 138 kV Jales - Votuporanga II</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	124 -3	121 -2	128 -3	130 -3	133 -3	137 1	138 -2	145 -2	149 2	149 -1	148 -4	162 -1
		242/276	52%	50%	54%	54%	55%	57%	57%	60%	62%	55%	55%	60%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	2	70 -3	68 -3	70 -2	69 -1	69 -1	70 -4	69 1	73 2	76 2	77 4	80 9	85 7
		163	43%	42%	43%	42%	42%	43%	43%	45%	46%	47%	50%	52%
<b>Contingência LT 440 kV Água Vermelha - Ilha Solteira</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	144 -5	140 -4	151 -5	159 -5	158 -4	158 -2	161 -3	168 -3	178 1	177 -2	166 -4	196 -4
		242/276	60%	59%	64%	67%	66%	66%	68%	71%	74%	65%	62%	73%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	61 -1	59 -1	61 -0	62 1	61 1	60 -0	61 3	63 4	67 4	68 5	67 10	77 12
		163	37%	36%	38%	39%	37%	37%	37%	39%	41%	42%	42%	48%
<b>Contingência LT 138 kV Usina Guarani – São José do Rio Preto</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	156 -2	153 -2	163 -2	164 -1	169 -0	174 3	175 1	184 1	190 7	190 3	189 0	207 5
		242/276	65%	64%	68%	68%	70%	72%	73%	77%	79%	69%	70%	76%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	46 -0	44 0	45 1	43 2	43 3	43 0	43 4	45 5	46 5	47 7	50 11	52 8
		163	28%	27%	28%	26%	26%	26%	26%	28%	28%	29%	31%	33%

▪ Cenário Dimensionador 2 (Patamar de carga média, safra biomassa e UFV em 90%)

Tabela 8-4– Diagnóstico da Alternativa 02– Condição Normal e Emergência – Cenário 2.

Regime	Linhas		2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Normal</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	147 0	149 -0	158 -1	161 -0	173 1	174 1	176 2	184 1	186 2	193 3	194 -0	198 1
		206/230	71%	72%	77%	79%	84%	85%	86%	90%	91%	85%	86%	87%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	-7 10	-8 13	-7 13	-6 13	-4 16	-4 15	-5 16	-1 16	0 16	3 17	6 22	8 23
		138	9%	12%	11%	11%	12%	12%	12%	12%	12%	13%	17%	17%
<b>Contingência LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	152 3	132 -10	166 3	171 4	185 6	187 6	188 7	228 -2	230 -1	208 8	209 4	214 5
		242/276	63%	80%	69%	71%	77%	78%	79%	95%	96%	76%	77%	79%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	-18 15	-25 15	-19 18	-19 19	-18 21	-18 21	-19 22	-9 19	-8 20	-12 23	-9 28	-7 29
		163	15%	18%	17%	17%	17%	17%	18%	13%	13%	17%	18%	19%
<b>Contingência LT 138 kV Jales - Votuporanga II</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	149 1	135 -8	159 -0	163 0	174 1	175 1	176 2	185 1	186 2	192 2	193 -1	196 -1
		242/276	61%	82%	66%	67%	72%	73%	74%	77%	78%	70%	71%	72%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	2	-9 12	-16 10	-8 15	-7 15	-4 18	-4 17	-4 19	0 18	2 19	5 19	9 25	12 26
		163	9%	12%	10%	10%	12%	11%	12%	12%	12%	12%	17%	18%
<b>Contingência LT 440 kV Água Vermelha – Ilha Solteira</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	1	44 -10	49 -11	62 -13	63 -13	78 -13	74 -14	79 -14	78 -15	78 -15	81 -16	77 -18	81 -18
		242/276	19%	21%	26%	27%	33%	31%	34%	33%	33%	30%	29%	30%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	-11 11	-11 13	-6 13	-7 13	-1 16	-4 15	-2 17	-0 16	0 16	3 17	4 21	8 22
		163	10%	10%	9%	9%	10%	10%	10%	10%	11%	13%	15%	
<b>Contingência LT 138 kV Usina Guarani – São José do Rio Preto</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	1	-56 8	-56 8	-56 8	-56 8	-56 8	-56 8	-56 8	-56 8	-56 9	-56 8	-56 9	-56 9
		242/276	24%	24%	24%	24%	24%	24%	24%	24%	24%	21%	21%	21%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	-24 18	-25 20	-25 21	-24 21	-24 24	-24 23	-24 25	-21 25	-20 25	-18 26	-15 32	-13 32
		163	18%	20%	20%	20%	21%	21%	21%	20%	20%	20%	21%	21%

A Tabela 8-3 e a Tabela 8-4 apontam um desempenho satisfatório ao longo do horizonte de estudo. Em situações de regime normal e emergência, não são ultrapassados os percentuais de 91% e 96% de fluxo nas linhas, respectivamente.

### 8.3 Alternativa 3

A inserção dos transformadores defasadores na SE Água Vermelha, alternativa 3, apresenta desempenho satisfatório até o final do horizonte de análise.

#### ▪ Cenário Dimensionador 1 (Patamar de carga média, entressafra biomassa e UFV em 90%)

**Tabela 8-5 - Diagnóstico da Alternativa 03– Condição Normal e Emergência – Cenário 1.**

Regime	Linhas		2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Normal</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	60 3	58 7	62 2	63 6	67 5	74 -0	75 -0	77 3	80 4	81 5	84 7	82 11
	139	139	43%	41%	45%	45%	48%	53%	54%	55%	57%	58%	60%	58%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	29 -4	28 -2	28 -3	27 -1	27 1	29 -4	28 -2	29 0	31 3	32 4	33 -2	32 1
<b>Contingência LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto</b>	138	138	22%	20%	20%	20%	20%	21%	21%	21%	22%	23%	24%	23%
	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	78 1	76 6	82 -0	83 4	90 3	100 -3	101 -4	103 0	107 1	108 2	112 5	109 10
	163	163	48%	46%	50%	51%	55%	61%	62%	63%	65%	66%	67%	66%
<b>Contingência LT 138 kV Jales - Votuporanga II</b>	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	27 -2	26 -0	25 -1	24 1	24 2	25 -2	24 1	25 2	27 5	28 6	29 -1	28 1
	163	163	17%	16%	16%	15%	15%	15%	15%	15%	17%	18%	18%	17%
	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	58 4	56 8	60 4	61 7	65 6	72 1	73 1	75 4	77 5	78 6	82 7	79 11
<b>Contingência LT 138 kV Usina Guarani – São José do Rio Preto</b>	163	163	36%	34%	37%	37%	40%	44%	45%	45%	47%	48%	50%	48%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	2	36 -6	35 -3	34 -5	33 -2	34 -0	36 -7	35 -3	37 -1	39 2	41 4	43 -1	41 3
	163	163	23%	21%	21%	20%	21%	23%	22%	23%	24%	25%	26%	25%
<b>Contingência LT 440 kV Água Vermelha – Ilha Solteira</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	58 0	56 6	60 -1	61 5	66 4	73 -3	73 -1	75 2	78 4	79 5	83 3	79 9
	163	163	36%	34%	37%	37%	40%	45%	45%	46%	47%	48%	51%	48%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	28 -5	27 -2	27 -4	26 -1	26 1	28 -6	27 -2	28 -0	30 3	31 4	34 3	32 5
<b>Contingência LT 138 kV Usina Guarani – São José do Rio Preto</b>	163	163	18%	17%	17%	16%	16%	18%	17%	18%	19%	19%	21%	20%
	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	69 -1	67 4	73 -2	74 2	81 1	91 -6	92 -6	94 -2	98 -1	99 0	104 3	100 8
	163	163	42%	40%	45%	45%	49%	56%	56%	57%	60%	60%	62%	60%
<b>Contingência LT 138 kV Usina Guarani – São José do Rio Preto</b>	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	27 -3	26 -1	25 -2	24 -0	24 2	25 -3	25 -0	25 1	27 4	28 5	29 -2	28 -0
	163	163	17%	16%	16%	15%	15%	16%	15%	15%	17%	18%	18%	17%

#### ▪ Cenário Dimensionador 2 (Patamar de carga média, safra biomassa e UFV em 90%)

**Tabela 8-6– Diagnóstico da Alternativa 03– Condição Normal e Emergência – Cenário 2.**

Regime	Linhas		2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
<b>Normal</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	48 4	51 1	57 1	64 -1	65 1	75 -3	74 -2	84 -5	86 -5	88 -5	93 1	84 -7
	139	139	35%	37%	41%	46%	47%	54%	60%	60%	62%	64%	66%	62%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	-41 15	-42 16	-42 16	-40 15	-42 17	-39 15	-40 17	-37 15	-35 15	-34 15	-32 13	-31 23
<b>Contingência LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto</b>	138	138	33%	34%	33%	32%	34%	31%	33%	30%	29%	28%	25%	29%
	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	29 5	33 3	41 3	52 0	53 2	67 -4	65 -2	77 -6	80 -7	83 -6	89 1	76 -9
	163	163	18%	21%	26%	32%	33%	41%	40%	48%	50%	52%	53%	48%
<b>Contingência LT 138 kV Jales - Votuporanga II</b>	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	-42 20	-43 19	-44 19	-43 19	-45 21	-42 19	-44 21	-41 19	-39 19	-38 20	-36 16	-35 28
	163	163	29%	30%	31%	29%	31%	29%	31%	29%	28%	27%	25%	28%
	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	53 3	56 1	61 1	68 -1	69 0	79 -3	78 -2	88 -4	90 -4	92 -4	96 -3	88 -8
<b>Contingência LT 138 kV Usina Guarani – São José do Rio Preto</b>	163	163	33%	34%	37%	42%	42%	48%	48%	53%	55%	56%	58%	55%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	2	-53 20	-54 20	-53 20	-51 19	-53 22	-49 18	-51 21	-46 18	-45 18	-43 18	-38 23	-40 28
	163	163	36%	37%	37%	35%	37%	34%	35%	32%	31%	30%	28%	31%
<b>Contingência LT 440 kV Água Vermelha – Ilha Solteira</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	49 4	51 -0	56 -0	64 -2	68 -2	74 -5	73 -3	83 -7	85 -7	88 -6	93 -1	84 -8
	163	163	30%	32%	34%	39%	42%	46%	45%	52%	53%	54%	56%	53%
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	-41 15	-42 16	-42 16	-40 15	-41 17	-39 15	-41 17	-37 14	-36 14	-34 15	-31 15	-32 22
<b>Contingência LT 138 kV Usina Guarani – São José do Rio Preto</b>	163	163	28%	28%	29%	28%	28%	26%	28%	25%	25%	24%	21%	25%
	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	72 -5	76 -9	84 -8	95 -11	96 -9	110 -14	108 -12	120 -16	123 -16	126 -16	132 -7	120 -19
	163	163	44%	47%	52%	58%	59%	68%	67%	74%	77%	79%	80%	75%
<b>Contingência LT 138 kV Usina Guarani – São José do Rio Preto</b>	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	-45 18	-46 20	-47 20	-46 19	-48 21	-45 20	-47 21	-44 20	-42 20	-41 21	-40 14	-38 29
	163	163	31%	33%	33%	31%	33%	31%	33%	31%	30%	29%	26%	30%

A Tabela 8-5 e a Tabela 8-6 apontam um desempenho satisfatório ao longo do horizonte de estudo. Em situações de regime normal e emergência, não são ultrapassados os percentuais de 62% e 66% de fluxo nas linhas, respectivamente.

## 8.4 Alternativa 4

Nesta sessão serão apresentadas apenas as violações mais severas detectadas no cenário analisado.

### ▪ Cenário Dimensionador 1 (Patamar de carga média, entressafra biomassa e UFV em 90%)

**Tabela 8-7– Diagnóstico da Alternativa 04– Condição Normal e Emergência – Cenário 1.**

Regime	Linhas	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	
<b>Normal</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	110 -6	108 -5	102 -1	103 -0	106 -0	95 6	95 5	100 6	103 8	103 7	103 7	113 10
	139	79%	78%	73%	74%	76%	68%	69%	73%	74%	74%	75%	82%	
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	49 -3	47 -3	45 -2	44 -1	44 -0	42 -2	41 2	43 2	45 2	46 4	47 5	49 3
	138	36%	34%	33%	32%	32%	30%	30%	31%	33%	33%	35%	36%	
<b>Contingência LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	135 -4	132 -3	126 3	127 3	130 4	117 11	118 10	124 11	127 13	127 13	127 13	138 17
	163	83%	81%	77%	78%	80%	72%	72%	76%	78%	78%	79%	85%	
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	38 -1	37 -0	33 2	31 2	31 3	26 3	26 6	27 6	28 6	29 8	31 9	31 6
	163	23%	23%	20%	19%	19%	17%	16%	17%	18%	18%	20%	20%	
<b>Contingência LT 138 kV Jales - Votuporanga II</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	1	31 -9	35 -10	49 -12	50 -12	64 -12	64 -13	69 -13	68 -14	68 -14	71 -15	67 -17	67 -14
	163	20%	22%	31%	32%	40%	40%	43%	43%	42%	45%	43%	42%	
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	-20 11	-20 13	-19 14	-19 14	-16 16	-21 18	-20 19	-18 19	-18 19	-15 20	-14 25	-12 26
	163	14%	15%	15%	15%	14%	17%	17%	17%	16%	15%	18%	18%	
<b>Contingência LT 440 kV Água Vermelha – Ilha Solteira</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	1	75 -15	73 -15	84 -16	88 -17	88 -17	92 -15	94 -17	98 -17	103 -17	102 -17	95 -18	110 -17
	163	47%	46%	53%	55%	55%	57%	59%	61%	64%	64%	60%	69%	
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	52 -3	51 -3	50 -1	50 -0	49 0	45 -2	45 2	47 3	50 3	50 5	50 6	56 9
	163	32%	31%	31%	31%	30%	28%	28%	29%	31%	31%	31%	35%	
<b>Contingência LT 138 kV Usina Guarani – São José do Rio Preto</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	128 -7	125 -7	120 -1	121 -0	124 0	112 7	113 7	119 8	121 10	121 9	122 10	133 14
	163	78%	77%	73%	74%	76%	69%	69%	73%	74%	75%	75%	82%	
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	38 -2	37 -1	33 1	32 2	31 2	27 2	27 5	28 6	29 5	30 7	32 8	32 5
	163	23%	23%	21%	20%	20%	17%	17%	18%	18%	19%	20%	20%	

### ▪ Cenário Dimensionador 2 (Patamar de carga média, safra biomassa e UFV em 90%)

**Tabela 8-8– Diagnóstico da Alternativa 04– Condição Normal e Emergência – Cenário 2.**

Regime	Linhas	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	
<b>Normal</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	123 -6	125 -6	118 -0	121 0	130 1	114 7	115 7	121 8	122 9	125 10	126 8	129 9
	139	88%	89%	85%	87%	93%	82%	83%	87%	88%	91%	91%	94%	
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	-17 11	-18 13	-20 14	-19 14	-18 16	-21 18	-22 19	-19 19	-18 19	-16 20	-13 25	-12 27
	138	14%	16%	18%	17%	18%	20%	21%	20%	20%	19%	21%	21%	
<b>Contingência LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	2	117 -5	120 -5	116 -0	119 0	130 2	115 7	116 8	123 8	124 9	128 10	129 8
	163	163	71%	73%	71%	73%	79%	71%	71%	75%	76%	79%	80%	
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	-27 15	-28 17	-31 19	-31 19	-32 21	-35 23	-36 24	-34 24	-33 25	-31 25	-29 32	-27 32
	163	19%	20%	23%	23%	24%	26%	27%	26%	26%	25%	26%	26%	
<b>Contingência LT 138 kV Jales - Votuporanga II</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	126 -5	128 -5	122 1	124 1	132 2	116 7	117 8	123 9	124 9	127 10	127 8	131 9
	163	77%	78%	74%	75%	81%	71%	72%	75%	77%	79%	79%	82%	
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	2	-21 13	-22 15	-24 17	-24 17	-22 20	-26 22	-27 23	-23 23	-22 23	-19 24	-15 31	-14 33
	163	15%	17%	18%	18%	18%	21%	22%	20%	20%	19%	21%	22%	
<b>Contingência LT 440 kV Água Vermelha – Ilha Solteira</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	113 -5	118 -5	120 -0	121 0	137 2	115 7	121 8	123 8	123 9	127 10	123 8	128 9
	163	69%	72%	73%	74%	84%	71%	74%	75%	75%	78%	77%	80%	
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	-20 11	-20 13	-19 14	-19 14	-16 16	-21 18	-20 19	-18 19	-18 19	-15 20	-14 25	-12 26
	163	14%	15%	15%	15%	14%	17%	17%	17%	16%	15%	18%	18%	
<b>Contingência LT 138 kV Usina Guarani – São José do Rio Preto</b>	LT 138 kV VOTUPORANGA - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	2	150 -8	152 -8	145 0	148 1	159 3	140 10	141 10	148 12	149 13	153 14	153 12	156 13
	163	91%	93%	89%	91%	97%	86%	87%	91%	92%	94%	96%	98%	
	LT 138 kV JALES - VOTUPORANGA -	1	-32 18	-33 19	-37 22	-37 23	-38 25	-42 28	-43 29	-41 29	-40 30	-38 30	-35 37	-34 38
	163	23%	24%	27%	27%	28%	31%	33%	31%	31%	31%	32%	31%	

A Tabela 8-7e a Tabela 8-8 apontam um desempenho satisfatório ao longo do horizonte de estudo. Em situações de regime normal e emergência, não são ultrapassados os percentuais de 94% e 98% de fluxo nas linhas, respectivamente.

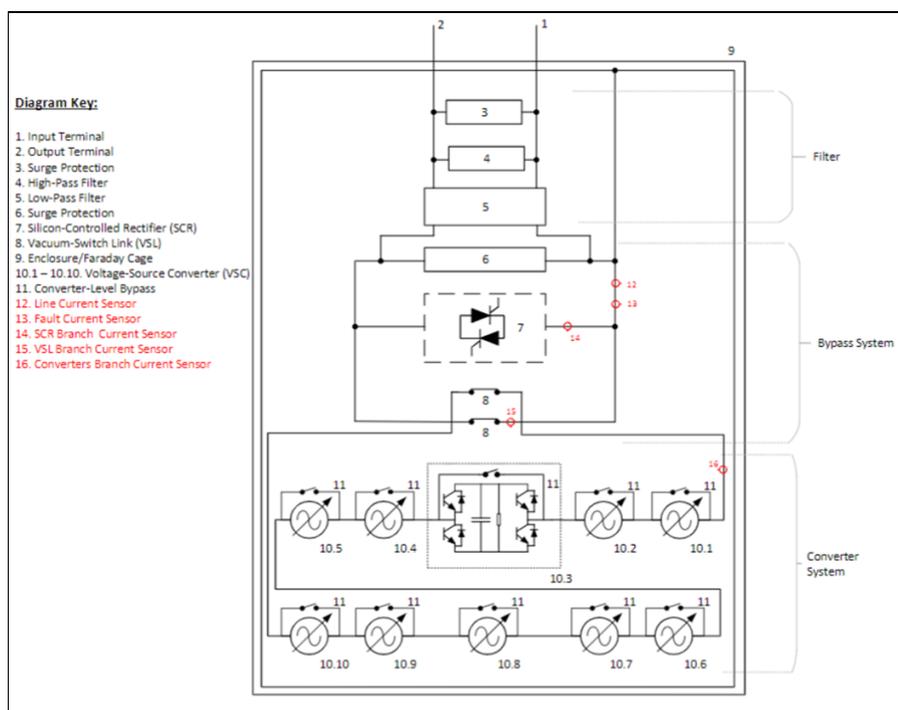
## 9 CURTO-CIRCUITO

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

Os dispositivos SSSC, por sua natureza, não fornecem correntes de curto-circuito, como podem fazer usinas de geração ou mesmo FACTS do tipo shunt ou uma mudança topológica da rede (como a entrada de uma nova linha de transmissão).

O dispositivo conta com um sistema de by-pass interno para proteger o módulo de injeção (conversores VSC). Diante de altas correntes que superem o limite dos conversores, o sistema de by-pass irá atuar. Este sistema de by-pass é composto por um sistema de fechamento rápido (SCR - *Silicon-Controlled Rectifier*), que atua em menos de 1 ms e um mais lento (VSL - *Vacuum Switch Link*) que realiza o by-pass.

O SCR é uma válvula tiristorizada que irá conduzir em até 1ms, logo que identificada a alta corrente ou caso exista um comando externo. O VSL é um sistema redundante de disjuntores a vácuo, operados à mola, que irá fechar seus contatos em aproximadamente 50 ms, para proteger o SCR de uma condução prolongada de altas correntes.



**Figura 9-1– Diagrama Sistema de Proteção – Modulares SSSC.**

Para verificar o impacto da solução recomendada na magnitude das correntes de curto-circuito, foram analisadas as correntes de curto-circuito trifásicas e monofásicas nos barramentos de subestações na região de interesse, no ano de 2028, após a implementação das obras da alternativa recomendada com atuação do sistema de *by-pass* do dispositivo. Foi utilizada a base de dados para estudos de curto-circuito – PD 2023.

Tabela 9-1 – Níveis de Curto-Circuito Máximo após as obras.

Identificação		Caso Base - PD 2023					
Subestação	Tensão [kV]	3Φ (kA)	3Φ (x/r)	1Φ (kA)	1Φ (x/r)	2Φ (kA)	2Φ (x/r)
Mirassol	138	25,88	9,72	8,45	1,40	23,88	7,25
Água Vermelha	138	29,18	14,29	12,95	2,9	26,89	10,30
Jales	138	17,09	5,60	11,65	3,22	16,21	4,82
Votuporanga II	138	12,40	4,50	9,22	2,53	12,17	3,77
São José do Rio Preto	138	21,91	5,28	9,25	1,30	20,63	4,24
Boa Hora	138	22,38	8,12	15,31	6,23	20,53	7,58

Cumpra-se notar que os níveis de corrente de curto-circuito identificados nos terminais da SE Votuporanga II e da SE São José do Rio Preto estão dentro dos limites de suportabilidade dos equipamentos SSSC, segundo dados fornecidos pelos fabricantes.

## 10 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE - MONTANTE DE USO DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO

---

O conhecimento do Montante do Uso de Transmissão (MUST) é uma informação fundamental para as distribuidoras frente a expansão do sistema elétrico, deste modo, este capítulo tem por objetivo apresentar uma análise de sensibilidade em regime normal de operação do MUST, para todas as alternativas analisadas como solução ao problema diagnosticado.

Os pontos de MUST de interesse são Mirassol II e São José do Rio Preto, ambos atendem grandes blocos de carga da rede de 138 kV da CPFL Paulista. Para o presente diagnóstico, foi considerado a composição do MUST dos casos dimensionadores no período de safra e entressafra das usinas de biomassa.

Para realização das análises foi considerado a variação percentual do MUST verificado nas alternativas propostas frente aos resultados de referência nos casos base. Para a composição do ponto de Mirassol II 138 kV foi adotado a somatória do fluxo de potência ativa [MW] das três transformações de 440/138 kV, dado que estas transformações atendem em totalidade a rede da CPFL Paulista, sem compartilhamento de carga. Para o ponto de São José do Rio Preto 138 kV, foi adotado para a composição do MUST o somatório dos fluxos de potência ativa na LT 138 kV São José do Rio Preto – Mirassol C1 e C2 e na LT 138 kV São José do Rio Preto – São José do Rio Preto (CPFL) C1 e C2, pertencentes à rede da CPFL Paulista.

O cenário dimensionador de entressafra é fortemente marcado pela ausência das plantas de cogeração a biomassa de cana-de-açúcar. Este período tem como principal característica elevado suprimento do ponto de fronteira com a Rede Básica através da SE Mirassol II 440/138 kV. Nesta condição, o que se observa é injeção do fluxo oriundo da SE Mirassol no barramento de São José do Rio Preto – 138 kV, isto é, neste cenário não é exigido fornecimento de fluxo deste ponto que indiretamente é alimentado pela SE Água Vermelha 500/440/138 kV, pertencente a Rede Básica.

O cenário dimensionador de safra é fortemente marcado pela presença das plantas de cogeração a biomassa de cana-de-açúcar. Este período tem como principal característica baixo suprimento do ponto de fronteira com a Rede Básica através da SE Mirassol II 440/138 kV e maior contribuição do ponto de suprimento de São José do Rio Preto – 138 kV.

### **Alternativa 1**

Para a análise de sensibilidade da alternativa 1, observou-se redução do MUST em Mirassol II 138 kV, inferiores à 10% no período de entressafra, bem como, aumento do ponto de São José do Rio Preto 138 kV, ocasionado pela reconstrução dos circuitos para cabo 1x636 MCM e 2x636, em consequente redução dos parâmetros das referidas LT's.

## **Alternativa 2**

Para a alternativa 2 deve-se ressaltar que a construção de nova LT 138 kV Votuporanga II – Mirassol II (1x636 MCM), apresenta uma elevação expressiva do fluxo de atendimento a rede da CPFL Paulista no ponto de MUST de Mirassol II 138 kV. Contudo, as parcelas de potência ativa oriundas da nova LT 138 kV Votuporanga II – Mirassol II C1/C2 representam energia transferida do ponto de suprimento de fronteira de Água Vermelha 440/138 kV, compondo atendimento da rede da CPFL Paulista com o ponto de MUST de Mirassol, neste contexto, os novos circuitos podem ser caracterizados como um novo ponto de MUST na rede DIT, e deve ser definido à âmbito operativo. De maneira a simplificar as análises desta nota técnica, os fluxos dos referidos circuitos foram acrescidos ao ponto de MUST de Mirassol II 138 kV.

Para a análise de sensibilidade da alternativa 2, observou-se elevação significativa de potência ativa no ponto de Mirassol II 138 kV, superior a 10%, em função dos novos circuitos, com consequente redução do fluxo no ponto de MUST de São José do Rio Preto.

## **Alternativa 3**

A alternativa 3 considerada a instalação de dois transformadores defasadores 400/138 kV na SE Água Vermelha, e um transformador defasador 500/138 kV também na SE Água Vermelha. O ajuste de potência dos transformadores defasadores trifásico 138/138 kV considera o fluxo de potência ativa no sentido da rede de 138 kV para a Rede Básica, 400 kV e 500 kV, reduzindo por consequência o carregamento da rede DIT de 138 kV de São José do Rio Preto em valores superiores a 10% da base de comparativa. O efeito oposto à está redução é a elevação de fluxo em outra fonte de suprimento local, a SE 440 kV Mirassol II em valores superiores a 10%.

## **Alternativa 4**

A alternativa 4 composta pela implantação de dispositivos modulares SSSC, para análise desta alternativa, foi considerado os resultados de simulações obtidos na ferramenta ORGANON.

Para a análise de sensibilidade da alternativa 4, observou-se elevação inferior a 10% no ponto de Mirassol II 138 kV no período de entressafra da cana-de-açúcar. Dado que o dispositivo tem por objetivo reduzir o fluxo na LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto, como consequência se observa redução do ponto de MUST de São José do Rio Preto, com percentuais também inferiores a 10% da base comparativa.

A análise de sensibilidade do MUST desse estudo verificou que as alternativas 1 e 4 apresentam impactos pouco significativo nos pontos de Mirassol II e São José do Rio Preto. Ambas apresentam elevação ou reduções inferiores a 10% nos montantes de MUST referências obtidas nas simulações dos casos base, sendo a alternativa 4 de menor impacto.

## 11 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE – ANTECIPAÇÃO DO SSSC NA SE RIBEIRÃO PRETO

---

Conforme informado no Capítulo 1, em abril de 2019 a EPE emitiu a Nota Técnica EPE-DEE-NT-015/2019-rev0 - Avaliação de Reforços na Rede DIT do Estado de SP [2]. Esse estudo teve como objetivo identificar e recomendar reforços pontuais que permitissem sanar problemas de sobrecarga em trechos de LT que compõem a rede de 138 kV do estado. As regiões em análise compreenderam as subestações de Mococa, Euclides Cunha, Ribeirão Preto, Mogi Mirim, Barra Bonita, Bauru, Rio Claro, Dracena e adjacências.

Especificamente para a região de Ribeirão Preto, foi recomendado o reforço de Reconstrução da LT 138 kV Porto Ferreira – Ribeirão Preto CD de 1x336,4 MCM para 1x636 MCM, permitindo a elevação da capacidade para 206/242 MVA e adequações nos equipamentos terminais. Naquele momento, considerando as incertezas quanto à evolução da carga diante da situação de pandemia, optou-se por seguir avaliando, ciclo a ciclo, o comportamento do mercado para que a consolidação dessa obra ocorresse no momento oportuno.

A partir do PAR/PEL 2021 - Ciclo 2022-2026, já em um contexto de retomada do mercado, o Operador Nacional do Sistema (ONS) identificou o risco imediato de sobrecarga em regime normal de operação (N) na LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2, classificada como Demais Instalações de Transmissão – DIT. Os estudos do ONS no horizonte de médio prazo apresentaram carregamentos próximos à capacidade de emergência da linha para a contingência em um dos circuitos, bem como para contingências simples da LT 440 kV Ribeirão Preto – Santa Barbara, LT 440 kV Araraquara – Araras, em cenários de elevado recebimento pelo Sul ou de geração reduzida nas usinas dos rios Pardo, Paranapanema e Tietê durante o período de verão e entressafra das usinas de cana-de-açúcar.

Durante a reconstrução anual do Montante de Uso do Sistema de Transmissão (MUST) - RECON 2022-2025, que ocorreu em 2021, em função das sobrecargas previstas em regime normal de operação na LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira, foram aplicadas uma série de limitações e ressalvas a diversos pontos de contratação das Concessionárias de Distribuição locais (CPFL Paulista e ELEKTRO). Diante da urgência sistêmica, o PAR/PEL 2021 promoveu a reclassificação do reforço recomendado no estudo EPE para a prioridade P1, como obra necessária para eliminar o risco eminente de corte de carga em condição normal de operação.

Uma vez consolidado no âmbito do Plano de Outorgas de Transmissão de Energia (POTEE), a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) autorizou à ISA CTEEP, por meio da Resolução Autorizativa Nº 12.491, de 16 de agosto de 2022, a implantação da obra de reconstrução integral LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1 e C2, com prazo regulatório para entrada em operação comercial de 48 meses a contar da data da autorização.

À luz do cenário apresentado, este capítulo contempla uma análise de implantação de equipamentos SSSC na SE Ribeirão Preto, em caráter provisório, visando fazer uso da flexibilidade proporcionada pelos dispositivos em termos de modularidade e mobilidade.

Dessa forma, de modo a solucionar os problemas de carregamento de curto-prazo na LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira, a presente análise considera a antecipação de 3 módulos SSSC/fase previstos para as etapas de implantação dos anos 2027 e 2029 da Alternativa 4, para serem instalados provisoriamente na SE Ribeirão Preto, em série com os módulos de entrada de linha dos circuitos C1 e C2 da LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira e do circuito C1 da LT 138 kV Ribeirão Preto – São Simão.

É importante destacar que a avaliação de implantação de dispositivos SSSC na SE Ribeirão Preto não tem por objetivo substituir a obra de reconstrução a LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2, já autorizada pela ANEEL à ISA CTEEP e em fase de execução. Em contrapartida, recomenda-se que a obra seja executada simultaneamente ao período de utilização dos equipamentos FACTS em caráter provisório, eliminando as condições de carregamento adversas da LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2 no curto prazo.

Deste modo, a solução estruturante, com caráter de atendimento definitivo, permanece necessária, porém, com possibilidade de postergação de sua entrada em operação para o ano de 2027. Cumpre destacar que a característica de rápida de instalação de modulares SSSC proporciona um período de permanência desses equipamentos na LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2 em aproximadamente dois anos até o ano de 2027, ano este em que os equipamentos deverão ser realocados para as subestações de 138 kV Votuporanga II e São José do Rio Preto. Com relação ao modular SSSC instalado na LT 138 kV Ribeirão Preto – São Simão, o mesmo poderá permanecer até 2029, data em que se prevê a instalação do módulo SSSC adicional no terminal de Votuporanga 2 da LT 138 kV Votuporanga 2 – São José do Rio Preto C2 (Tabela 6-2).

O detalhamento da análise de sensibilidade do presente capítulo, contemplando as simulações de desempenho e análise econômica, encontra-se no Anexo 14.5.

## 12 REFERÊNCIAS

---

- [1] EPE-DEE-RE-027/2018-rev0, “Estudo Prospectivo para escoamento do Potencial de Fotovoltaica/Biomassa na Região Noroeste do Estado de São Paulo”.
- [2] EPE, “EPE-DEE-NT-015/2019-rev0 - Avaliação de Reforços na Rede DIT,” 2019.
- [3] N. EPE-DEE-NT-137/2021-rev0, “Reforços no sistema da região noroeste do estado de São Paulo para o escoamento de excedentes de geração fotovoltaica e Biomassa”.
- [4] ONS, “CCPE – Volume II – Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão dos Sistemas de Transmissão,” Outubro de 2002.
- [5] ONS, “Diretrizes e Critérios para Estudos Elétricos,” em *Procedimentos de Rede*, Novembro de 2011.
- [6] HPPA, “<https://www.hppa.com.br>,” 2024. [Online].
- [7] Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos - CCPE, “– Volume II – Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão dos Sistemas de Transmissão,” 2002.
- [8] ONS, “Premissas, Critérios e Metodologia para Estudos Elétricos - Submódulo 2.3,” em *Procedimentos de Rede*, 2020.
- [9] ONS, “Procedimentos de Rede – Submódulo 2.7 – Requisitos Mínimos Para Linhas de Transmissão,” 2022.

## 13 EQUIPE TÉCNICA

---

### **EPE**

Daniel José Tavares de Souza

Fabiano Schmidt

Fábio de Almeida Rocha

Paulo Fernando de Matos Araujo

Rodrigo Ribeiro Ferreira

Vanessa Stephan Lopes

### **ISA CTEEP**

Adriano Ramos Campos

Felipe Ramalho Ferreira da Silva

Liamara de Fatima Ferreira

Marcelo Soares da Silva

Renato Guimarães Ribeiro

Rodrigo Rozenblit Tiferes

Tales Barreto Silva

Thais De Souza Lopes

Thaiza Bull Patriani

Thiago Rodrigues Kleina Lima

### **CPFL PAULISTA**

Juliane Soares de Souza

Otavio Henrique Salvi Vicentini

Stanley Eidi Tokuno

# 14 ANEXOS

## 14.1 Plano de Obras e Estimativa de Investimentos

**Tabela 14-1 - Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 1.**

Descrição	Terminal	Ano	Qtde.	Fator	Custo Unitário (sem fator)	Custo da Alternativa ( R\$ x 1000 )								
						Custo Total	VP	Parcela Anual	RN					
						<b>130.784,03</b>	<b>121.879,47</b>	<b>11.617,21</b>	<b>73.047,73</b>					
<b>LT 138 kV VOTUPORANGA - S.J.RIO PRETO, C1 (Ampliação/Adequação)</b>						<b>98.280,52</b>	<b>98.280,52</b>	<b>8.730,01</b>	<b>62.323,20</b>					
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 636 MCM (GROSBEAK), 75 km						2027	75,0	1,0	1114,60	83.595,00	83.595,00	7.425,53	53.010,59	
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4						Votuporanga	2027	2,0	1,0	7342,76	14.685,52	14.685,52	1.304,48	9.312,62
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4						S.J .Rio Preto	2027	2,0	1,0	7342,76	14.685,52	14.685,52	1.304,48	9.312,62
<b>LT 138 kV VOTUPORANGA - S.J.RIO PRETO, C1 (Ampliação/Adequação)</b>						<b>17.817,99</b>	<b>8.913,43</b>	<b>1.582,73</b>	<b>1.411,91</b>					
Circuito Duplo 138 kV, 2 x 636 MCM (GROSBEAK), 1,9 km						2036	1,9	1,0	1648,67	3.132,47	1.567,02	278,25	248,22	
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4						VOTUPORANGA	2036	2,0	1,0	7342,76	14.685,52	7.346,42	1.304,48	1.163,69

**Tabela 14-2 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 2.**

Descrição	Terminal	Ano	Qtde.	Fator	Custo Unitário (sem fator)	Custo da Alternativa ( R\$ x 1000 )								
						Custo Total	VP	Parcela Anual	RN					
						<b>163.960,77</b>	<b>144.111,98</b>	<b>14.564,21</b>	<b>81.934,44</b>					
<b>LT 138 kV VOTUPORANGA - MIRASSOL, C1 (Nova)</b>						<b>87.134,52</b>	<b>87.134,52</b>	<b>7.739,94</b>	<b>55.255,12</b>					
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 636 MCM (GROSBEAK), 65 km						2027	65,0	1,0	1114,60	72.449,00	72.449,00	6.435,46	45.942,51	
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4						VOTUPORANGA	2027	2,0	1,0	7342,76	14.685,52	14.685,52	1.304,48	9.312,62
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4						MIRASSOL	2027	2,0	1	7342,76	14.685,52	14.685,52	1.304,48	9.312,62
<b>LT 138 kV JALES-VOTUPORANGA, C1 (Ampliação/Adequação)</b>						<b>62.140,73</b>	<b>42.291,94</b>	<b>5.519,80</b>	<b>17.366,70</b>					
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 636 MCM (GROSBEAK), 42,6 km						2032	42,6	1,0	1114,60	47.455,21	32.297,22	4.215,32	13.262,48	
EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4						VOTUPORANGA	2032	2,0	1,0	7342,76	14.685,52	9.994,72	1.304,48	4.104,22

**Tabela 14-3 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 3.**

Descrição	Terminal	Ano	Qtde.	Fator	Custo Unitário (sem fator)	Custo da Alternativa ( R\$ x 1000 )								
						Custo Total	VP	Parcela Anual	RN					
						<b>128.257,54</b>	<b>124.791,81</b>	<b>11.392,79</b>	<b>77.484,55</b>					
<b>TR DEFASADOR - 138/138 kV - 440 kV</b>						<b>1,0</b>	<b>33679,62</b>	<b>67.359,24</b>	<b>67.359,24</b>	<b>5.983,35</b>	<b>42.714,91</b>			
Defasador Trifásico 138/138 kV c/ controle de fluxo - 300 MVA						Água Vermelha	2027	2,0	1,0	33679,62	67.359,24	67.359,24	5.983,35	42.714,91
<b>TR DEFASADOR - 138/138 kV - 500 kV</b>						<b>1,0</b>	<b>39731,98</b>	<b>39.731,98</b>	<b>36.788,87</b>	<b>3.529,29</b>	<b>21.927,61</b>			
Defasador Trifásico 138/138 kV c/ controle de fluxo - 400 MVA						Água Vermelha	2028	1,0	1,0	39731,98	39.731,98	36.788,87	3.529,29	21.927,61
<b>SE 138 kV ÁGUA VERMELHA   TR Defasador 440 kV/138 kV/138kV (Ampliação/Adequação)</b>						<b>14.110,88</b>	<b>14.110,88</b>	<b>1.253,43</b>	<b>8.948,22</b>					
CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BD4						2027	2,0	1,0	7055,44	14.110,88	14.110,88	1.253,43	8.948,22	
<b>SE 138 kV ÁGUA VERMELHA   TR Defasador 500 kV/138 kV/138kV (Ampliação/Adequação)</b>						<b>7.055,44</b>	<b>6.532,81</b>	<b>626,72</b>	<b>3.893,81</b>					
CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BD4						2028	1,0	1,0	7055,44	7.055,44	6.532,81	626,72	3.893,81	

**Tabela 14-4 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 4.**

Descrição	Terminal	Ano	Qtde.	Fator	Custo Unitário (sem fator)	Custo da Alternativa ( R\$ x 1000 )								
						Custo Total	VP	Parcela Anual	RN					
						<b>126.229,63</b>	<b>102.837,43</b>	<b>11.212,65</b>	<b>54.073,38</b>					
<b>LT 138 kV VOTUPORANGA - S.J. Rio Preto, C1 (Ampliação/Adequação)</b>						<b>1,0</b>	<b>9582,94</b>	<b>28.748,82</b>	<b>28.748,82</b>	<b>2.553,68</b>	<b>18.230,66</b>			
FACTS - 1 SSSC/FASE C1						SJR PRETO	2027	3,0	1,0	9582,94	28.748,82	28.748,82	2.553,68	18.230,66
<b>LT 138 kV VOTUPORANGA - S.J. Rio Preto, C1 (Ampliação/Adequação)</b>						<b>1,0</b>	<b>9833,57</b>	<b>29.500,71</b>	<b>29.500,71</b>	<b>2.620,47</b>	<b>18.707,46</b>			
FACTS - 1 SSSC/FASE C2						VOTUPORANGA	2027	3,0	1,0	9833,57	29.500,71	29.500,71	2.620,47	18.707,46
<b>LT 138 kV VOTUPORANGA - S.J. Rio Preto, C1 (Ampliação/Adequação)</b>						<b>1,0</b>	<b>7632,48</b>	<b>22.897,45</b>	<b>19.630,88</b>	<b>2.033,92</b>	<b>10.893,07</b>			
FACTS - 2 SSSC/FASE C2						VOTUPORANGA	2029	3,0	1,0	7632,48	22.897,45	19.630,88	2.033,92	10.893,07
<b>LT 138 kV VOTUPORANGA - S.J. Rio Preto, C1 (Ampliação/Adequação)</b>						<b>1,0</b>	<b>7445,16</b>	<b>22.335,48</b>	<b>15.201,15</b>	<b>1.984,00</b>	<b>6.242,18</b>			
FACTS - 3 SSSC/FASE C2						VOTUPORANGA	2032	3,0	1,0	7445,16	22.335,48	15.201,15	1.984,00	6.242,18
<b>LT 138 kV VOTUPORANGA - S.J. Rio Preto, C1 (Ampliação/Adequação)</b>						<b>1,0</b>	<b>7582,39</b>	<b>22.747,16</b>	<b>9.755,87</b>	<b>2.020,57</b>				
FACTS - 2 SSSC/FASE C2						SJR PRETO	2038	3,0	1,0	7582,39	22.747,16	9.755,87	2.020,57	

## 14.2 Modelos Elétricos do Módulo – SSCR

Os programas desenvolvidos pelo CEPEL ainda não contemplam um modelo elétrico dos módulos SSSC, doravante denominados MODULAR SSSC.

Neste contexto, a HPPA desenvolveu um modelo elétrico para o MODULAR SSSC no programa Organon, o qual é detalhado na seção 14.3. Vale ressaltar que o Organon é uma ferramenta aplicada no setor elétrico brasileiro, sendo amplamente utilizada por diversos agentes para a execução de análises de fluxo de potência e de estabilidade eletromecânica.

Os principais dados utilizados para parametrizar o modelo do MODULAR SSSC nas análises de fluxo de potência são os listados abaixo:

- Droop =  $100 \text{ V} / \text{A} = 0.5251 \text{ p.u./p.u.}$
- Iset =  $326 \text{ A} = 0.78 \text{ p.u.}$
- Tolerância para convergência de tensão dos SSSC =  $0.01 \text{ p.u. (79.6 V)}$ .

Por fim, destaca-se que a base de dados do PDE 2033 apresentada nesta nota técnica foi convertida para o formato Organon, sendo este o programa utilizado para realizar o dimensionamento da Alternativa 4 ao longo do horizonte do estudo.

### ▪ Modelo de Fluxo de Potência do SSSC

O SSSC é usado como um controlador série de fluxo de potência através da injeção de tensão em série com o circuito. Esta tensão está em quadratura com a corrente no circuito. As Figura 14-1 e Figura 14-2 ilustram o conceito.

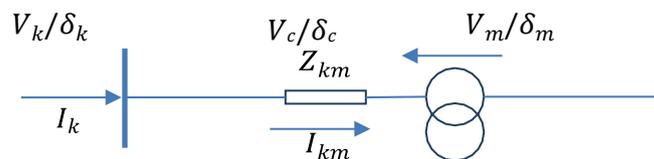


Figura 14-1 - Circuito equivalente de um SSSC.

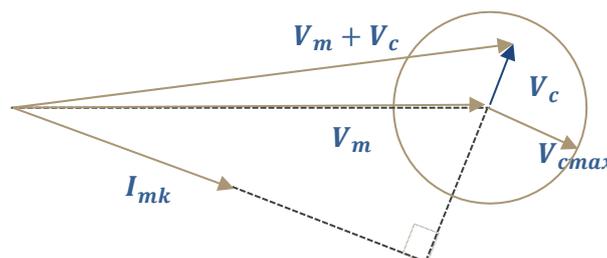


Figura 14-2 – Relação fasorial das tensões de um SSSC.

A relação entre corrente e tensões é dada por:

$$V_k = Z_{km}I_{km} + V_c + V_m$$

O SSSC pode operar nos seguintes modos:

- Reatância fixa;
- Reatância fixa com superposição de controle de corrente (Current Overdrive);
- Tensão fixa;
- Tensão fixa com superposição de controle de corrente (Current Overdrive);
- Controle de corrente.

No modo controle de corrente ou nos modos com superposição de controle de corrente, se a corrente ultrapassa o limite ajustado, o SSSC passa a injetar uma tensão de forma a satisfazer a seguinte regulação:

$$V_c = Droop (|I_{km}| - I_{set})$$

Onde  $V_c$  é equivalente a uma compensação indutiva.

O controlador pode também injetar uma tensão equivalente capacitiva para aumentar a corrente. O SSSC opera dentro de uma região de capacidade, conforme ilustrado na Figura 12-3. Se a magnitude da tensão  $V_c$  é inferior a  $V_{cmin}$  ou a corrente inferior a  $I_{cmin}$  o SSSC passa a operar em by-pass.

O controle do SSSC é implantado no Organon em modo alternado, intercalado com as iterações do método de Newton.

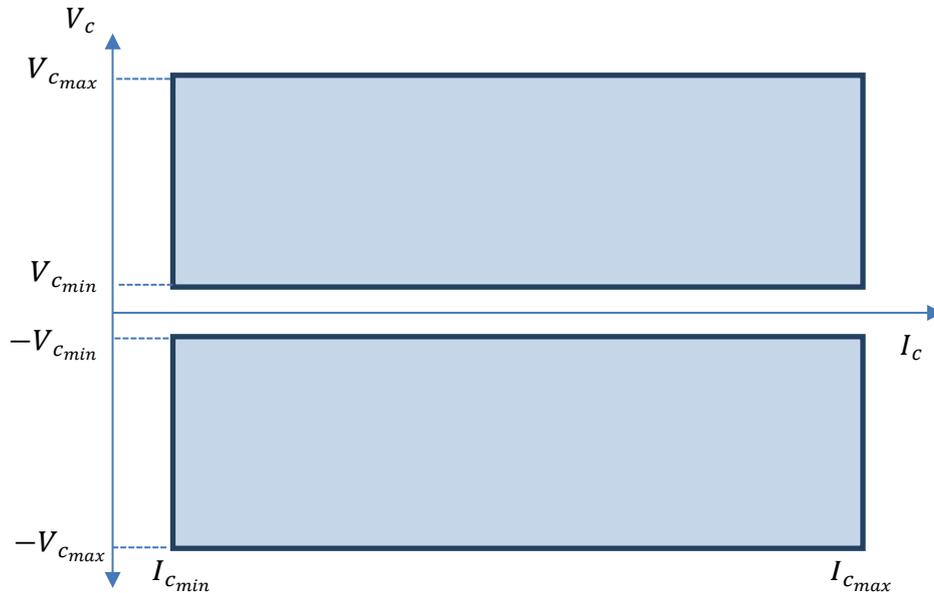


Figura 14-3 – Região de capacidade do SSSC.

- **Modo de Impedância Constante**

Neste modo a injeção de potência na barra k é definida pelas seguintes equações:

$$P_{km} = -|V_k||V_m|B_{km} \sin(\delta_{km})$$

$$Q_{km} = -B_{km}|V_k|^2 + |V_k||V_m|B_{km} \cos(\delta_{km})$$

$B_{km}$  é ajustada entre iterações do método de Newton, observando os limites:

$$V_{cmin} \leq |V_c| \leq V_{cmax} \quad e$$

$$I_{cmin} \leq |I_{km}| \leq I_{cmax}$$

$V_c$  é calculada em função da corrente,  $I_{km}$ .

Se a opção 'current override' está habilitada e a corrente está acima da corrente de controle (corrente de entrada indutiva,  $I_{set}$ ) a susceptância (indutiva) é reduzida de forma a satisfazer a característica de Droop, ou seja:

$$V_c - Droop (|I_{km}| - I_{set}) < tolerância$$

Se  $V_c < V_{cmin}$  ou  $I_{km} > I_{max}$ , o MODULAR SSSC entra no modo by-pass.

- **Modo By-pass**

Neste modo as equações são as mesmas do modo Impedância Constante, sendo a reatância fixada em 0.001 p.u. e, conseqüentemente,  $B_{km} = -1000$ . p.u.

- **Modo Tensão Constante**

Neste modo, o modelo é representado pelas seguintes equações.

$$\begin{aligned}P_{km} &= -|V_k||V_m|B_{km} \sin(\delta_{km}) - |V_k||V_c|B_{km} \sin(\delta_{kc}) \\Q_{km} &= -B_{km}|V_k|^2 + |V_k||V_m|B_{km} \cos(\delta_{km}) + |V_k||V_c|B_{km} \cos(\delta_{kc}) \\P_c &= B_{km}|V_c|(|V_k| \sin(\delta_{ck}) - |V_m| \sin(\delta_{cm}))\end{aligned}$$

E está sujeito as restrições  $P_c = 0$ ,  $I_{cmin} \leq |I_{km}| \leq I_{cmax}$ . Se estes limites de corrente são violados, o modelo passa para o modo by-pass.

Se a opção '*current override*' está habilitada,  $V_c$  é ajustada entre iterações do método de Newton a fim de satisfazer a característica de Droop.

- **Modo de Controle de Corrente**

Neste modo, se a corrente é menor do que o limiar especificado, a tensão injetada é nula. Se a corrente ultrapassa este limiar, a impedância é regulada de acordo com o 'droop'.

Este modo é implantado de forma semelhante ao Modo Impedância Constante, sendo que a opção '*current overdrive*' está implícita, ou seja, o controle aumentará a impedância (diminuirá a susceptância) indutiva caso a corrente seja maior que a corrente especificada. Caso contrário, permanece em by-pass.

### 14.3 RESULTADOS ORGANON- STATIC SYNCHRONOUS SERIES COMPENSATOR

Neste capítulo são apresentadas as simulações de dimensionamento no Organon, de modo definir o escalonamento da Alternativa 04, para LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto em função do desempenho dos estudos de fluxo de potência executados.

#### ▪ Cenário Dimensionador

Os resultados apresentados abaixo foram realizados no cenário de carga média, entressafra da biomassa considerando o despacho das usinas fotovoltaicas de São Paulo despachando 90% da capacidade.

#### ▪ Escalonamento SSSC 2027 a 2028

#### Regime Normal

- LT 138 kV VOT - SJRP C1 - 1 SSSC/fase - 3 modulares SSSC no total, com injeção do 100% da capacidade de tensão série na SE São José do Rio Preto;
- LT 138 kV VOT - SJRP C2 - 1 SSSC/fase - 3 modulares SSSC no total, com injeção do 100% capacidade de tensão série na SE Votuporanga II.

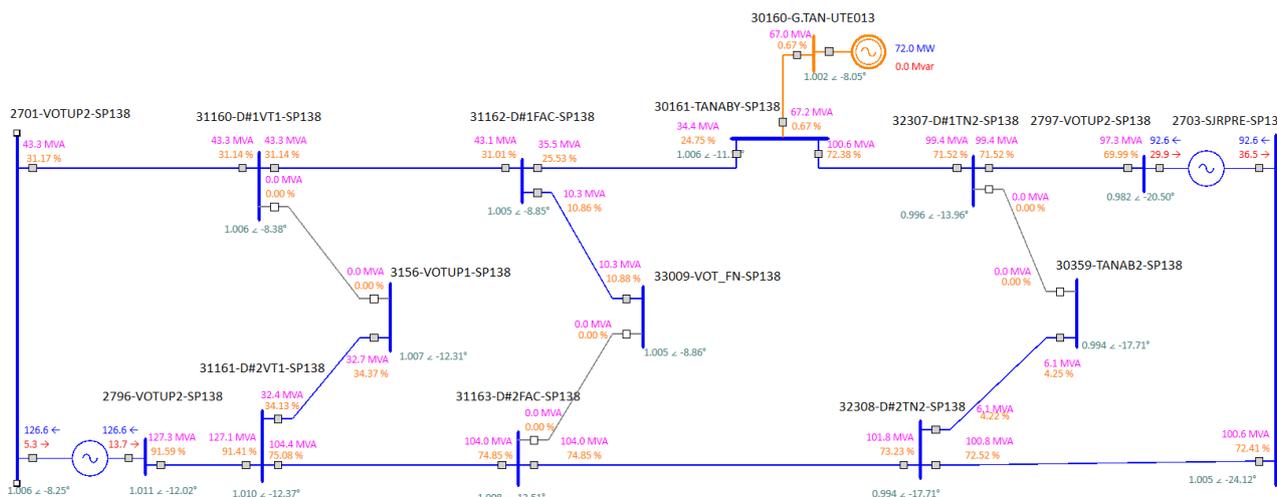


Figura 14-4 – Modulares SSSC em regime normal de operação – Cenário Dimensionador 2028.

#### Regime de Contingência

#### Perda da LT 138 kV Usina Guarani Tanabi – São José do Rio Preto

- LT 138 kV VOT - SJRP C2 - 1 SSSC/fase – 3 modulares SSSC no total, com injeção do 100% na SE Votuporanga II.

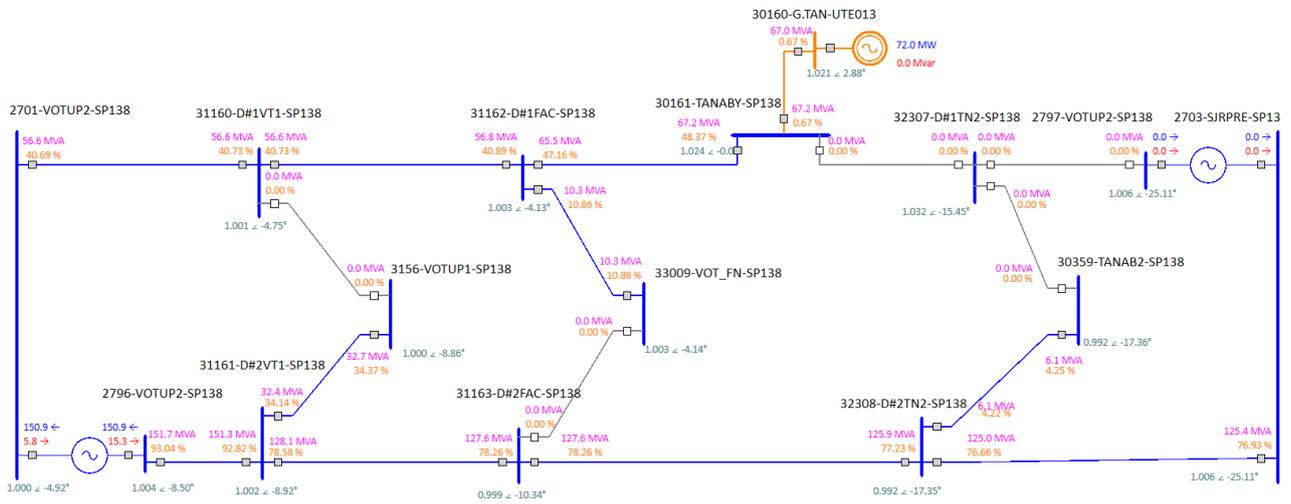


Figura 14-5 - Modulares SSSC em regime de contingência 1– Cenário Dimensionador 2028.

### Perda da LT 138 kV Votuporanga II– São José do Rio Preto C2

- LT 138 kV VOT - SJRP C1 - 1 SSSC/fase - 3 modulares SSSC no total, com injeção do 100% da capacidade de tensão série na SE São José do Rio Preto;

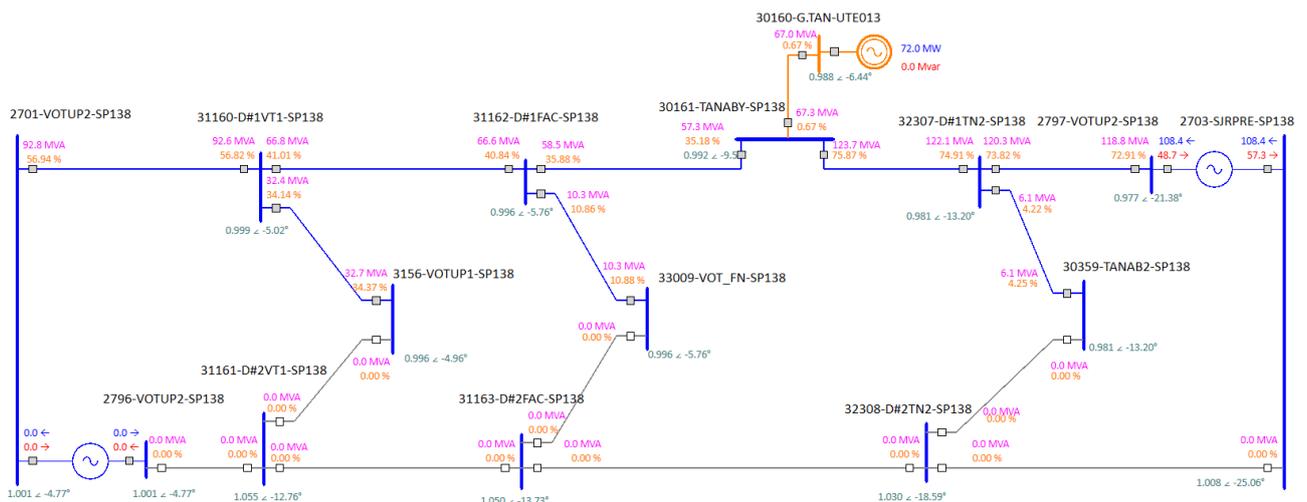


Figura 14-6 - Modulares SSSC em regime de contingência 2, 2028 – Cenário Dimensionador 2028.

- Escalonamento SSSC 2029 a 2031

### Regime Normal

- LT 138 kV VOT - SJRP C1 - 1 SSSC/fase – 3 modulares SSSC no total, com injeção do 100% da capacidade de tensão série na SE São José do Rio Preto;
- LT 138 kV VOT - SJRP C2 - 2 SSSC/fase – 6 modulares SSSC no total, com injeção do 100% capacidade de tensão série na SE Votuporanga II.

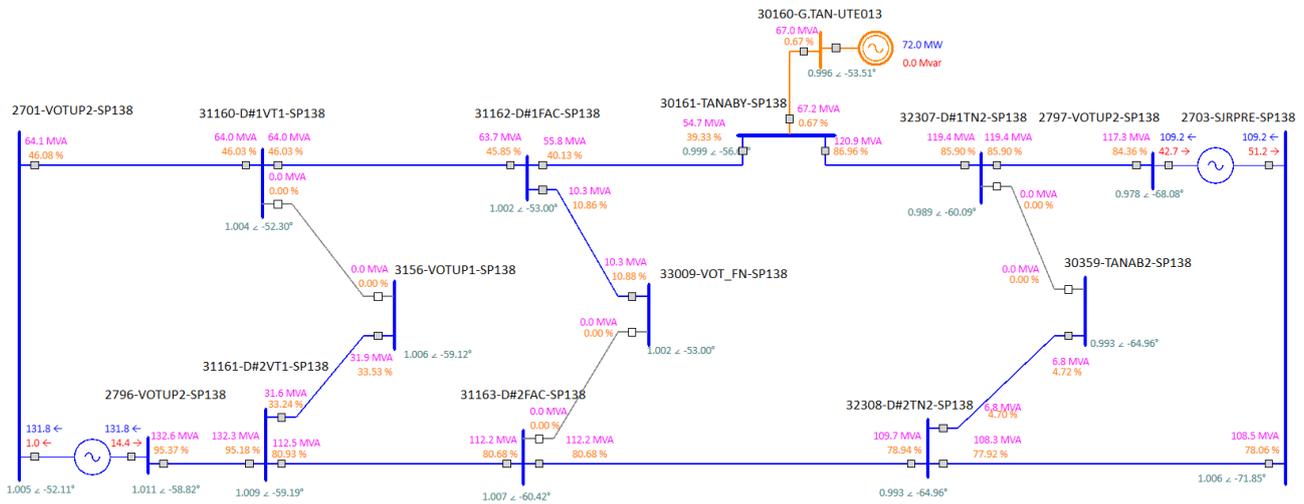


Figura 14-7 - Modulares SSSC em regime normal de operação – Cenário Dimensionador 2031.

### Regime de Contingência

#### Perda da LT 138 kV Usina Guarani Tanabi – São José do Rio Preto

- LT 138 kV VOT - SJRP C2 - 2 SSSC/fase - 9 modulares SSSC no total, com injeção do 100% na SE Votuporanga II

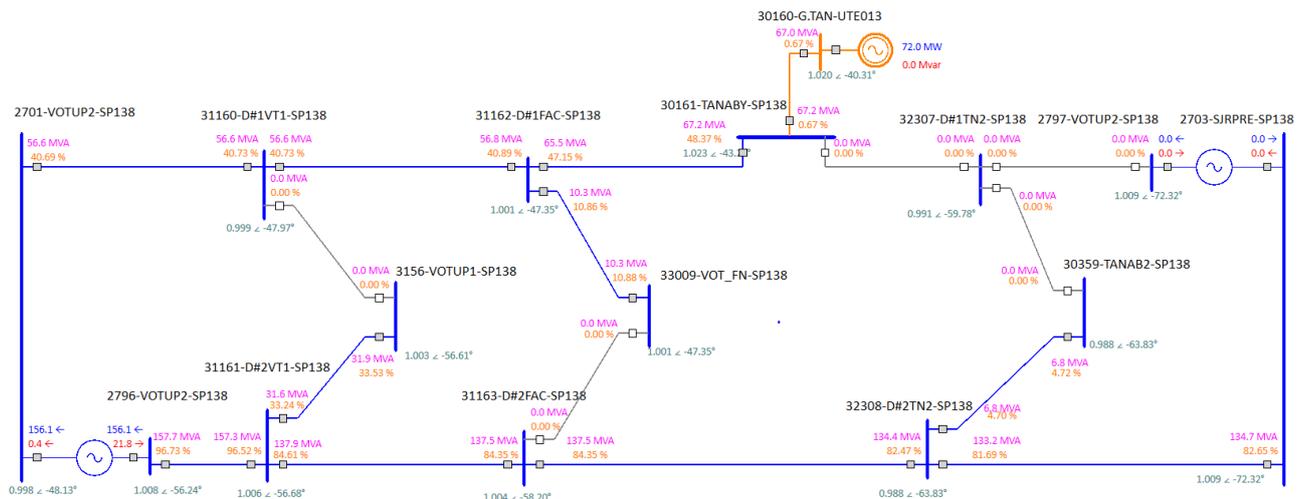


Figura 14-8 - Modulares SSSC em regime de contingência 1– Cenário Dimensionador 2031.

#### Perda da LT 138 kV Votuporanga II– São José do Rio Preto C2

- LT 138 kV VOT - SJRP C1 - 1 SSSC/fase - 3 modulares SSSC no total, com injeção do 100% da capacidade de tensão série na SE São José do Rio Preto;

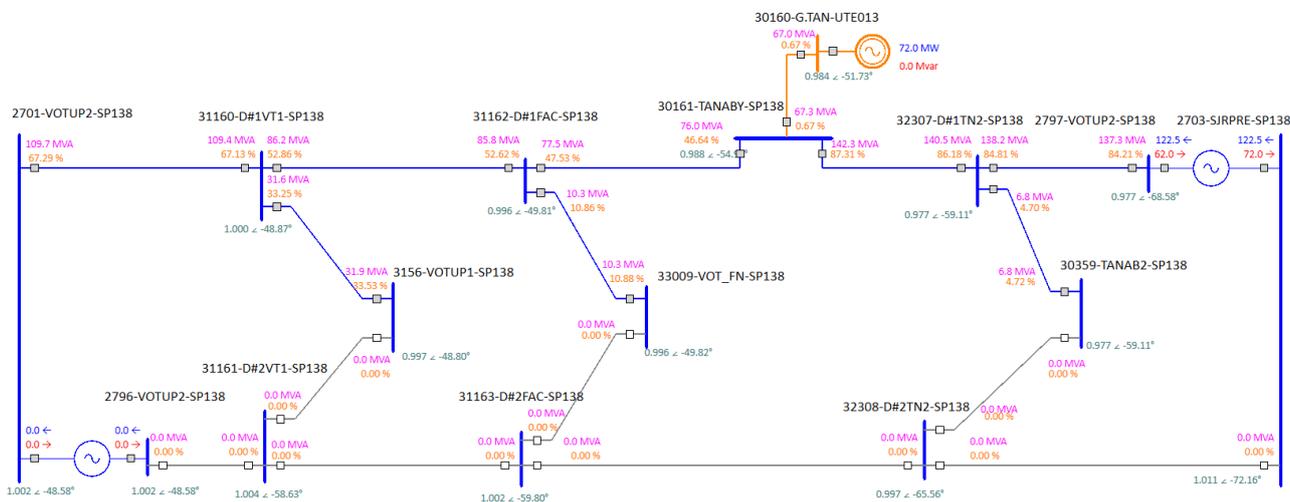


Figura 14-9 - Modulares SSSC em regime de contingência 2 – Cenário Dimensionador 2031.

▪ Escalonamento SSSC 2032 a 2037

**Regime Normal**

- LT 138 kV VOT - SJRP C1 - 1 SSSC/fase - 3 modulares SSSC no total, com injeção do 100% da capacidade de tensão série na SE São José do Rio Preto;
- LT 138 kV VOT - SJRP C2 - 3 SSSC/fase - 9 modulares SSSC no total, com injeção do 100% capacidade de tensão série na SE Votuporanga II.

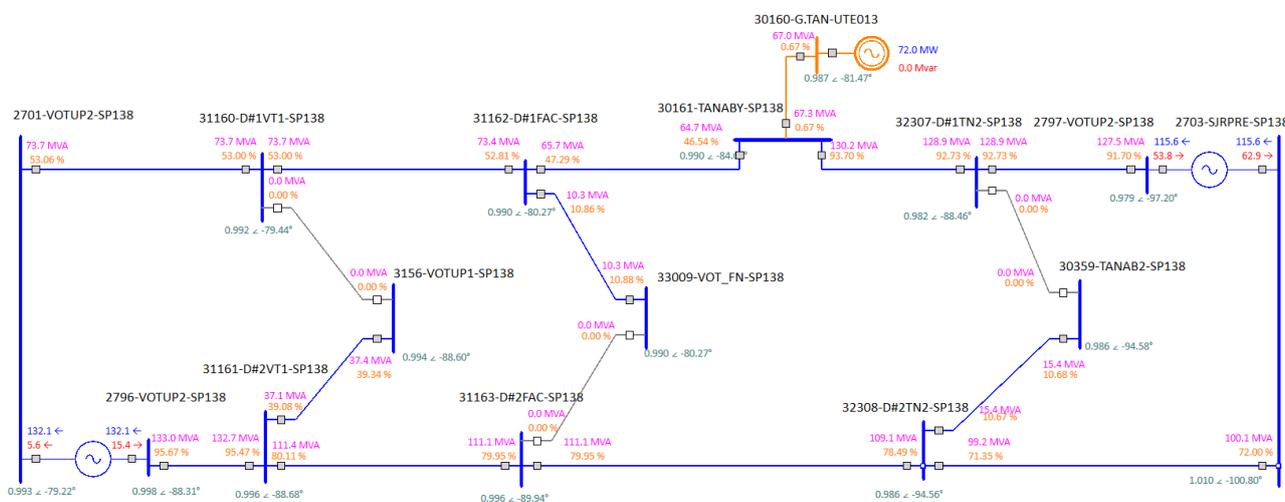


Figura 14-10 - Modulares SSSC em regime normal de operação – Cenário Dimensionador 2037.

**Regime de Contingência**

**Perda da LT 138 kV Usina Guarani Tanabi – São José do Rio Preto**

- LT 138 kV VOT - SJRP C2 - 3 SSSC/fase - 9 modulares SSSC no total, com injeção do 100% na SE Votuporanga II.

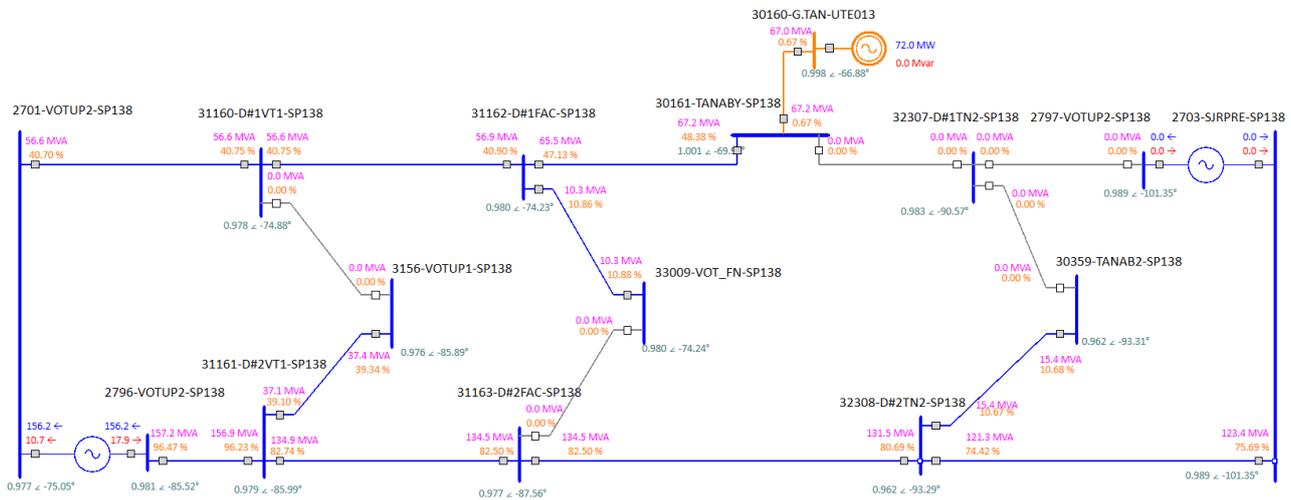


Figura 14-11 - Modulares SSSC em regime de contingência 1– Cenário Dimensionador 2037.

### Perda da LT 138 kV Votuporanga II– São José do Rio Preto C2

- LT 138 kV VOT - SJRP C1 – 1 SSSC/fase - 3 modulares SSSC no total, com injeção do 100% da capacidade de tensão série na SE São José do Rio Preto;

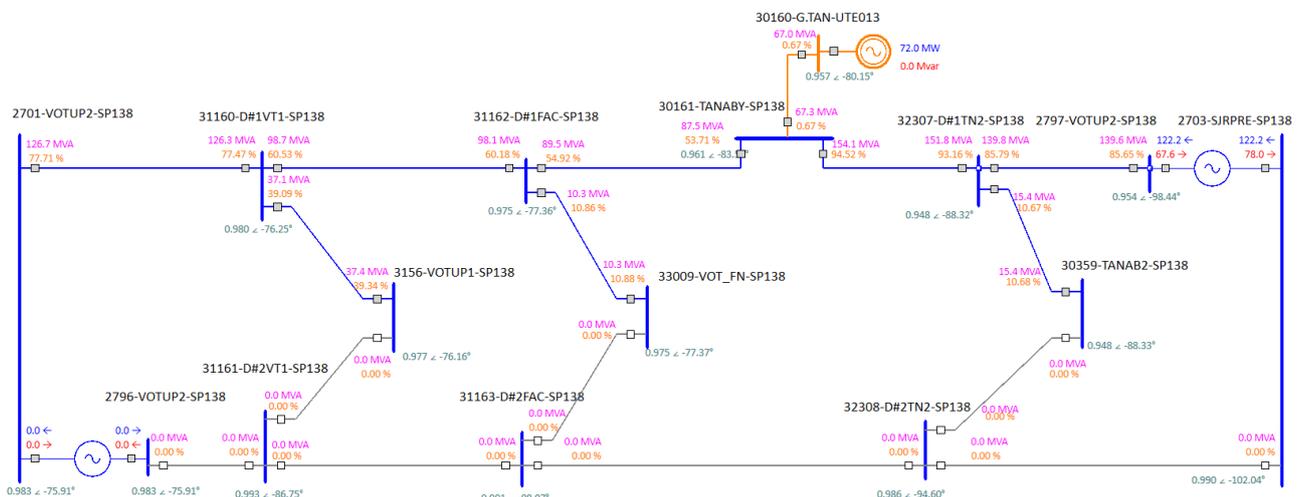


Figura 14-12 - Modulares SSSC em regime de contingência 2 – Cenário Dimensionador 2037.

### ▪ Escalonamento MODULAR SSSC 2038

#### Regime Normal

- LT 138 kV VOT - SJRP C1 - 2 SSSC/fase - 6 modulares SSSC no total, com injeção do 60% da capacidade de tensão série na SE São José do Rio Preto;
- LT 138 kV VOT - SJRP C2 - 3 SSSC/fase - 9 modulares SSSC no total, com injeção do 100% capacidade de tensão série na SE Votuporanga II.

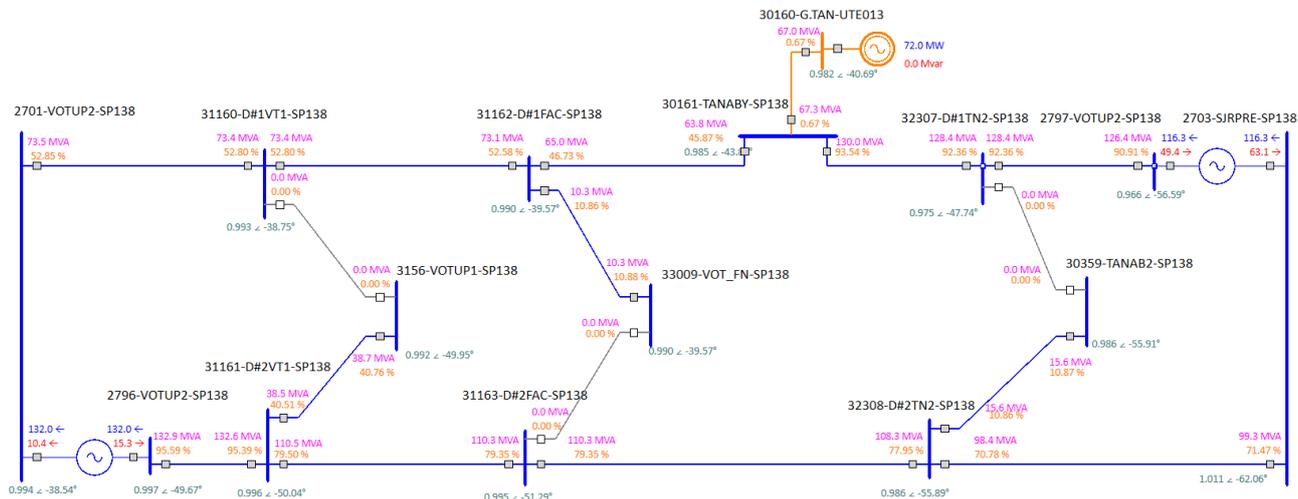


Figura 14-13 - Modulares SSSC em regime normal de operação – Cenário Dimensionador 2038.

## Regime de Contingência

### Perda da LT 138 kV Usina Guarani Tanabi – São José do Rio Preto

- LT 138 kV VOT - SJRP C2 - 3 SSSC/fase - 9 modulares SSSC no total, com injeção do 100% na SE Votuporanga II.

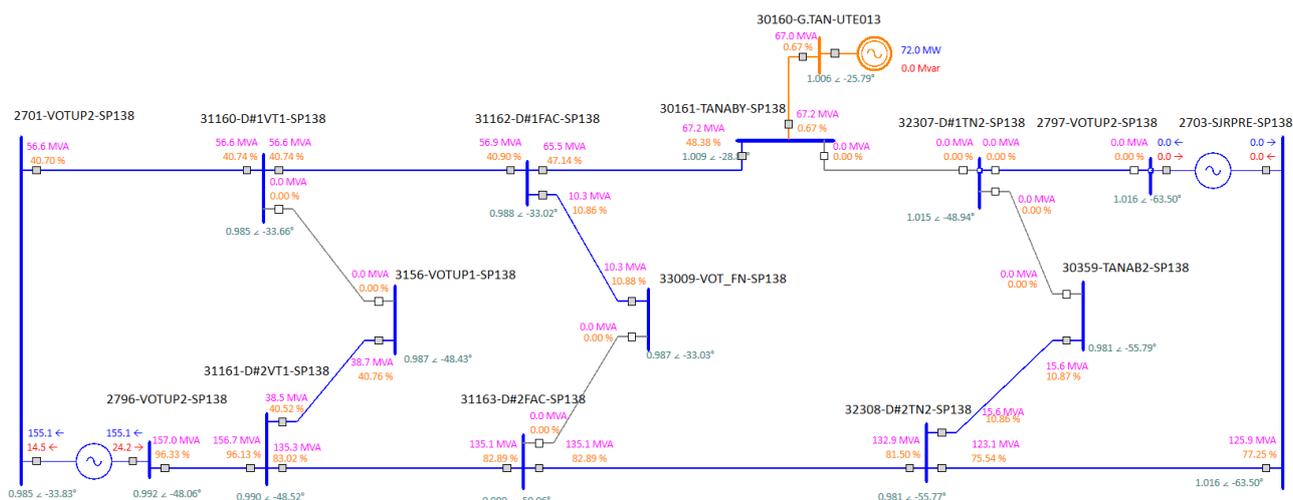


Figura 14-14 - Modulares SSSC em regime de contingência 1– Cenário Dimensionador 2038.

### Perda da LT 138 kV Votuporanga II– São José do Rio Preto C2

- LT 138 kV VOT - SJRP C1 - 1 SSSC/fase - 3 modulares SSSC no total, com injeção do 100% da capacidade de tensão série na SE São José do Rio Preto;

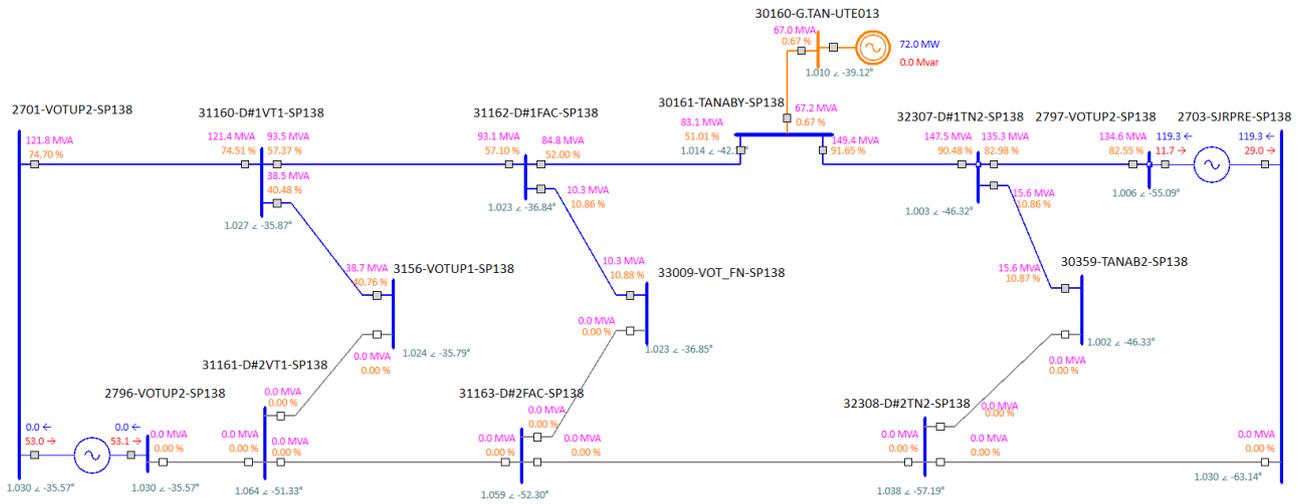


Figura 14-15 - Modulares SSSC em regime de contingência 2 – Cenário Dimensionador 2038.

# 14.4 Desempenho da Alternativa 4 – Simulações Anarede

## Regime Normal

Tabela 14-5 -- Desempenho em regime normal de operação – Cenário 1.

BARRA	LINHAS E TRAFOS	NCLIM	2027		2028		2029		2030		2031		2032		2033		2034		2035		2036		2037		2038	
			NC LIM	MW Mvar %																						
30184	D#1VVT-SP138	1	66	-17	64	-17	68	-17	66	-16	72	-17	73	-16	69	-16	72	-16	72	-16	75	-17	76	-17	78	-17
2704	CATAN2-SP138	206	33%		32%		34%		33%		35%		36%		34%		35%		36%		37%		38%		39%	
2703	SJRPRE-SP138	1	66	-17	65	-16	69	-16	67	-15	72	-16	74	-15	69	-15	73	-15	73	-14	76	-15	77	-15	79	-17
30184	D#1VVT-SP138	206	33%		32%		34%		33%		36%		36%		34%		36%		36%		37%		38%		39%	
2703	SJRPRE-SP138	2	84	-9	83	-8	87	-8	85	-7	91	-7	93	-6	89	-6	92	-6	93	-5	96	-6	98	-6	100	-8
30183	D#2VVT-SP138	206	41%		40%		42%		41%		44%		45%		43%		45%		45%		47%		47%		49%	
30183	D#2VVT-SP138	2	53	-23	51	-22	55	-23	52	-22	58	-23	59	-22	54	-22	57	-22	58	-22	60	-23	61	-23	63	-25
2704	CATAN2-SP138	206	28%		27%		29%		28%		30%		31%		29%		30%		30%		31%		32%		33%	
31002	D#1CRD-SP138	1	-26	1	-25	1	-25	0	-25	0	-25	0	-23	1	-23	-1	-25	-1	-26	-1	-26	-2	-25	-3	-29	-0
32961	GUARR-SP138	191	14%		13%		13%		13%		13%		12%		12%		13%		14%		14%		13%		15%	
31002	D#1CRD-SP138	1	26	-1	25	-1	25	-0	25	-0	25	0	23	-1	23	1	25	1	26	2	26	2	25	3	29	0
2701	VOTUP2-SP138	206	13%		12%		12%		12%		12%		11%		11%		12%		13%		13%		12%		14%	
31155	D#2VGE-SP138	2	37	-13	36	-14	36	-12	35	-12	36	-12	34	-13	34	-10	36	-10	37	-10	37	-10	39	-9	40	-12
31157	D#2VGE-SP138	80	49%		49%		48%		46%		48%		45%		44%		46%		48%		49%		50%		53%	
31157	D#2VGE-SP138	2	27	-20	27	-20	26	-19	26	-19	26	-19	24	-21	24	-18	26	-18	26	-19	27	-18	27	-18	28	-21
31159	D#2VT3-SP138	80	43%		43%		40%		40%		40%		40%		38%		40%		40%		41%		41%		45%	
2701	VOTUP2-SP138	2	110	-6	108	-5	102	-1	103	-0	106	-0	95	6	95	5	100	6	103	8	103	7	103	7	113	10
31161	D#2VT1-SP138	139	79%		78%		73%		74%		76%		68%		69%		73%		74%		75%		75%		82%	
31161	D#2VT1-SP138	2	82	-29	81	-29	76	-29	78	-29	81	-30	71	-27	71	-29	75	-31	77	-30	76	-32	75	-32	84	-34
31163	D#2FAC-SP138	139	63%		62%		58%		60%		62%		55%		55%		58%		59%		59%		59%		65%	
2701	VOTUP2-SP138	1	68	-14	67	-14	74	-15	75	-15	78	-15	84	-15	84	-16	88	-17	90	-16	90	-17	90	-17	95	-15
31160	D#1VT1-SP138	139	50%		49%		55%		55%		57%		61%		62%		65%		66%		66%		66%		70%	
31160	D#1VT1-SP138	1	68	-14	67	-14	74	-15	75	-15	78	-16	83	-15	84	-16	88	-17	90	-16	90	-17	89	-17	95	-15
31162	D#1FAC-SP138	139	50%		49%		55%		55%		57%		61%		62%		65%		66%		66%		66%		69%	
31162	D#1FAC-SP138	1	58	-18	57	-18	64	-20	65	-20	68	-20	73	-20	74	-21	78	-22	80	-21	80	-22	79	-23	85	-20
30161	TANABY-SP138	139	44%		43%		49%		50%		51%		55%		55%		59%		60%		60%		60%		63%	
2703	SJRPRE-SP138	1	13	27	16	27	13	27	5	31	10	29	19	26	15	28	21	25	15	28	16	27	26	15	29	
2337	SJRPRE-SP138	216	14%		14%		14%		14%		14%		15%		14%		15%		14%		15%		16%		15%	
29879	D#AUST-SP138	1	-31	-31	-34	-31	-31	-32	-24	-35	-29	-33	-39	-31	-35	-32	-41	-30	-36	-32	-38	-32	-47	-29	-37	-34
2703	SJRPRE-SP138	216	20%		21%		20%		20%		20%		23%		22%		24%		23%		23%		25%		23%	
30139	D#1PVE-SP138	3	40	-6	42	-5	44	-3	39	1	44	1	54	-2	48	1	52	2	50	4	52	4	56	4	53	6
2703	SJRPRE-SP138	216	19%		19%		20%		18%		20%		25%		22%		24%		23%		24%		26%		25%	
30140	D#2PVE-SP138	4	34	-6	35	-5	37	-4	32	1	36	1	47	-2	40	1	44	2	42	4	44	4	48	4	44	5
2703	SJRPRE-SP138	216	16%		16%		17%		15%		17%		21%		19%		20%		19%		20%		22%		20%	
2382	MIRAS2-SP138	4	101	12	104	13	107	15	104	20	110	20	122	19	117	22	123	24	123	26	126	27	132	28	131	30
30140	D#2PVE-SP138	216	46%		46%		48%		47%		48%		54%		54%		57%		56%		58%		61%		60%	
2382	MIRAS2-SP138	3	98	11	101	13	104	15	101	20	107	20	119	18	114	22	120	24	120	26	123	27	129	27	127	30
30139	D#1PVE-SP138	216	45%		46%		48%		47%		50%		55%		53%		56%		55%		57%		59%		59%	
29879	D#AUST-SP138	1	-37	16	-35	16	-39	16	-47	20	-44	17	-35	14	-41	16	-36	13	-42	15	-42	14	-34	11	-46	15
2337	SJRPRE-SP138	216	19%		19%		19%		24%		22%		18%		20%		18%		21%		19%		17%		23%	
2382	MIRAS2-SP138	1	69	11	72	11	73	13	69	17	74	16	84	14	80	17	85	17	84	19	86	19	92	18	88	21
30001	D#MIR-SP138	216	32%		33%		34%		32%		35%		38%		37%		39%		39%		40%		42		41	
31156	D#1VGE-SP138	1	25	-23	25	-24	25	-23	25	-23	27	-23	25	-25	25	-22	27	-23	28	-24	28	-23	29	-23	30	-27
31158	D#1VT3-SP138	80	43%		44%		43%		43%		44%		45%		43%		45%		46%		46%		46%		50%	
31114	D#1FER-SP138	1	25	-24	25	-25	26	-24	26	-24	27	-24	28	-26	26	-23	27	-24	28	-25	28	-24	29	-24	30	-27
31156	D#1VGE-SP138	80	44%		45%		44%		45%		46%		44%		44%		46%		48%		48%		48%		51%	
31159	D#1VT3-SP138	1	20	-24	21	-25	21	-24	21	-24	22	-24	21	-26	21	-23	23	-24	23	-25	23	-24	24	-24	25	-28
2701	VOTUP2-SP138	80	40%		40%		40%		40%		41%		41%		39%		41%		43%		43%		43%		46%	
31159	D#2VT3-SP138	2	25	-27	26	-28	26	-27	27	-27	29	-27	28	-29	28	-27	30	-28	31	-29	31	-28	32	-29	33	-32
2701	VOTUP2-SP138	80	46%		48%		48%		48%		50%		51%		49%		51%		53%		53%		54%		58%	
2700	JALES-SP138	2	37	-14	37	-14	36	-13	36	-13	36	-13	34	-14	34	-11	36	-11	37	-11	38	-10	39	-10	40	-12
31155	D#2FER-SP138	138	29%		29%		28%		28%		28%		27%		26%		28%		28%		28%		29%		30%	
2700	JALES-SP138	1	49	-3	47	-3	45	-2	44	-1	44	-0	42	-2	41	2	43	2	45	2	46	4	47	5	49	3
31114	D#1FER-SP138	138	36%		34%		33%		32%		32%		30%		30%		31%		33%		33%		35%		36%	
32307	D#1TN2-SP138	1	-56	20	-55	20	-61	23	-62	23	-65	24	-70	25	-70	26	-74	28	-76	28	-76	29	-79	29	-80	28
30161	TANABY-SP138	139	43%		42%		47%		48%		50%		54%		55%		58%		59%		59%		59%		63%	
32308	D#2TN2-SP138	1	-79	32	-78	32	-73	31	-75	32	-78	33	-68	29	-68	31	-72	33	-74	33	-73	34	-72	35	-80	37
31163	D#2FAC-SP138	139	62%		61%		58%		59%		61%		54%		55%		58%		58%		58%		58%		64%	
2703	SJRPRE-SP138	1	-54	23	-53	22	-60	27	-61	28	-62	29	-67	32	-68	33	-71	36	-73	36	-73	37	-72	38	-77	39
32307	D#1TN2-SP138	139	42%		41%		47%		47%		50%		53%		54%		57%		58%		58%		58%		62%	
2703	SJRPRE-SP138	1	-64	40	-63	40	-59	38	-60	39	-62	41	-53	36	-57	41	-58	40	-57	40	-57	42	-55	43	-63	47
32308	D#2TN2-SP138	139	55%		53%		50%		51%		53%		46%		47%		50%		50%		50%		50%		56%	
2611	ISOLT-SP440	2	374	-55	363	-66	387	-102	245	-109	362	-74	420	-134	392	-123	477	-121	377	-99	457	-86	614	-61	398	-70
2670	MIRAS2-SP440	1615	23%		22%		24%		16%		23%		27%		25											

**Tabela 14-6 - -- Desempenho em regime normal de operação – Cenário 2.**

BARRA	LINHAS E TRAFOS	NC LIM	2027		2028		2029		2030		2031		2032		2033		2034		2035		2036		2037		2038	
			MW	Mvar %																						
30184	D#1VVT-SP138	1	7	14	9	14	9	15	12	15	27	15	16	17	23	17	23	20	27	21	29	19	36	19	35	19
2704	CATAN2-SP138	206	8%		8%		9%		9%		15%		12%		14%		15%		17%		17%		20%		19%	
2703	SJRPRE-SP138	1	7	13	9	13	9	14	12	14	27	15	16	16	23	16	23	19	27	20	30	18	36	19	35	19
30184	D#1VVT-SP138	206	7%		8%		8%		9%		15%		11%		14%		15%		16%		17%		19%		19%	
2703	SJRPRE-SP138	2	24	23	27	23	27	25	31	25	46	26	36	28	43	27	43	28	48	28	51	27	57	28	57	28
30183	D#2VVT-SP138	206	16%		17%		18%		19%		26%		22%		25%		25%		27%		28%		31%		31%	
30183	D#2VVT-SP138	2	-5	-7	-4	-7	-4	-8	-1	8	13	8	2	10	9	8	9	14	13	15	15	13	21	13	20	13
2704	CATAN2-SP138	206	4%		4%		4%		4%		8%		5%		6%		8%		10%		10%		12%		12%	
31002	D#1CRD-SP138	1	-34	7	-34	7	-34	7	-34	6	-37	6	-33	5	-34	5	-35	5	-35	4	-36	4	-36	1	-38	1
32961	GUARIR-SP138	191	18%		18%		18%		18%		19%		17%		18%		18%		18%		19%		19%		20%	
31002	D#1CRD-SP138	1	34	-7	34	-7	34	-7	34	-6	37	-6	33	-5	34	-5	35	-5	35	-4	36	-4	36	-1	38	-1
2701	VOTUP2-SP138	206	17%		17%		17%		17%		17%		16%		17%		17%		17%		17%		17%		18%	
31155	D#2FER-SP138	2	-19	-3	-19	-1	-20	-0	-19	-0	-17	1	-20	2	-20	3	-18	2	-17	2	-15	3	-13	7	-12	8
31157	D#2VGE-SP138	80	24%		24%		24%		24%		23%		25%		26%		23%		21%		20%		19%		19%	
31157	D#2VGE-SP138	2	-28	-8	-28	-7	-29	-6	-29	-7	-27	-5	-29	-5	-30	-4	-27	-5	-27	-5	-26	-5	-23	-1	-23	-0
31159	D#2VT3-SP138	80	36%		36%		36%		36%		34%		38%		38%		35%		35%		33%		30%		29%	
2701	VOTUP2-SP138	2	123	-6	125	-6	118	-0	121	0	130	1	114	7	115	7	121	8	122	9	125	10	126	8	129	9
31161	D#2VVT-SP138	139	88%		89%		85%		87%		93%		82%		83%		87%		88%		91%		91%		94%	
31161	D#2VVT-SP138	2	95	-31	97	-31	92	-31	95	-32	105	-33	89	-32	90	-33	96	-35	96	-35	98	-36	98	-39	100	-40
31163	D#2FAC-SP138	139	71%		73%		69%		72%		78%		68%		69%		73%		73%		76%		76%		78%	
2701	VOTUP2-SP138	1	38	-10	39	-10	48	-12	51	-12	58	-12	62	-13	63	-13	66	-14	67	-14	70	-15	70	-17	67	-14
31160	D#1VVT-SP138	139	28%		29%		35%		37%		42%		46%		46%		49%		49%		51%		52%		50%	
31162	D#1FAC-SP138	139	28%		29%		35%		37%		42%		46%		46%		49%		49%		51%		52%		50%	
31162	D#1FAC-SP138	1	28	-14	30	-14	38	-16	41	-16	48	-16	53	-18	53	-18	56	-19	57	-19	60	-19	60	-21	57	-19
30161	TANABY-SP138	139	22%		24%		30%		32%		37%		40%		40%		43%		43%		45%		46%		44%	
2703	SJRPRE-SP138	1	33	15	27	18	27	18	24	19	8	25	44	11	15	23	27	14	26	14	27	14	31	11	28	14
2337	SJRPR-SP138	216	17%		15%		15%		14%		12%		21%		13%		14%		14%		14%		15%		14%	
29879	D#AUST-SP138	1	-49	-21	-44	-23	-44	-24	-41	-25	-25	-31	-62	-17	-33	-29	-48	-19	-47	-19	-49	-19	-52	-16	-50	-19
2703	SJRPRE-SP138	216	25%		23%		23%		22%		19%		30%		20%		24%		24%		24%		25%		25%	
30139	D#1PVE-SP138	3	-50	29	-53	33	-49	33	-54	39	-47	46	-32	37	-46	47	-36	44	-36	46	-32	46	-25	47	-30	49
2703	SJRPRE-SP138	216	27%		29%		27%		31%		30%		23%		30%		26%		27%		25%		25%		26%	
30140	D#2PVE-SP138	4	-57	30	-59	34	-56	34	-61	40	-53	47	-39	39	-53	48	-44	43	-44	46	-41	45	-34	47	-39	48
2703	SJRPRE-SP138	216	30%		31%		30%		33%		32%		25%		33%		28%		29%		28%		26%		28%	
2392	MIRAS2-SP138	4	5	47	4	51	9	51	6	58	15	66	31	58	18	68	34	62	35	65	41	65	50	68	47	69
30140	D#2PVE-SP138	216	21%		23%		24%		26%		30%		30%		31%		32%		33%		35%		38%		38%	
2392	MIRAS2-SP138	3	3	47	1	51	7	52	3	59	12	66	28	58	15	68	31	62	32	65	38	65	47	68	43	69
30139	D#1PVE-SP138	216	22%		23%		24%		26%		30%		29%		31%		31%		32%		34%		37%		37%	
29879	D#AUST-SP138	1	-11	1	-18	3	-18	3	-23	4	-40	9	-5	-6	-36	7	-29	2	-31	2	-31	2	-29	2	-33	1
2337	SJRPR-SP138	216	5%		8%		9%		11%		19%		3%		17%		13%		14%		14%		13%		15%	
2392	MIRAS2-SP138	1	19	35	17	38	20	38	18	43	20	49	39	39	24	50	36	42	36	43	40	43	46	44	44	46
30001	D#MIRA-SP138	216	18%		19%		19%		21%		24%		25%		25%		25%		25%		26%		28%		28%	
31156	D#1VGE-SP138	1	-23	-16	-23	-15	-23	-14	-21	-15	-19	-13	-20	-13	-21	-13	-18	-14	-18	-14	-17	-14	-15	-10	-14	-10
31158	D#1VT3-SP138	80	35%		34%		34%		34%		29%		30%		31%		29%		29%		28%		23%		21%	
31114	D#1FER-SP138	1	-23	-17	-22	-16	-23	-15	-21	-16	-18	-15	-20	-14	-21	-14	-18	-15	-18	-16	-16	-16	-14	-12	-14	-11
31158	D#1VGE-SP138	80	36%		35%		35%		34%		30%		31%		33%		30%		30%		29%		24%		23%	
31158	D#1VVT-SP138	1	-28	-17	-27	-16	-27	-15	-26	-16	-23	-14	-25	-14	-23	-15	-22	-15	-21	-15	-19	-11	-19	-11	-19	-11
2701	VOTUP2-SP138	80	40%		39%		39%		39%		34%		36%		34%		34%		34%		33%		29%		28%	
31159	D#2VT3-SP138	2	3	-15	30	-15	-29	-14	-27	-15	24	-14	-26	-13	-26	-13	-23	-14	-23	-15	-21	-15	-19	-11	-18	-11
2701	VOTUP2-SP138	80	41%		41%		40%		39%		35%		36%		36%		34%		34%		33%		28%		28%	
2700	JALES-SP138	2	-19	-4	-19	-3	-20	-2	-19	-2	-17	-0	-20	0	-20	1	-17	1	-17	1	-15	1	-13	5	-12	6
31155	D#2FER-SP138	138	14%		14%		14%		14%		13%		14%		15%		13%		12%		11%		10%		9%	
2700	JALES-SP138	1	-17	11	-18	13	-20	14	-19	14	-18	16	-21	18	-22	19	-19	19	-18	19	-16	20	-13	25	-12	27
31114	D#1FER-SP138	138	14%		16%		18%		17%		18%		20%		21%		20%		20%		21%		23%		21%	
32307	D#1TN2-SP138	1	-93	20	-95	21	-103	25	-105	25	-112	27	-115	29	-116	30	-119	32	-119	32	-122	33	-122	35	-120	32
30161	TANABY-SP138	139	68%		70%		76%		78%		83%		87%		88%		90%		91%		93%		94%		91%	
32308	D#2TN2-SP138	1	-90	35	-93	37	-88	36	-91	37	-99	40	-85	37	-86	37	-91	40	-91	41	-93	42	-93	45	-94	47
31163	D#2FAC-SP138	139	71%		72%		68%		71%		78%		68%		68%		73%		73%		75%		76%		77%	
2703	SJRPRE-SP138	1	-89	33	-90	34	-98	41	-100	43	-106	47	-109	51	-110	52	-112	55	-112	56	-115	58	-114	61	-113	60
32307	D#1TN2-SP138	139	68%		69%		76%		78%		83%		86%		87%		89%		90%		92%		93%		91%	
2703	SJRPRE-SP138	1	-83	47	-85	49	-81	47	-83	50	-91	55	-78	48	-78	49	-74	51	-74	52	-75	54	-74	57	-76	60
32308	D#2TN2-SP138	139	68%		71%		67%		69%		76%		65%		66%		64%		64%		66%		67%		69%	
2611	LSOLT-SP440	2	640	-204	576	-116	436	-77	524	-61	414	-115	512	-68	405	-80	536	-68	569	-60	591	-52	713	-40	727	-62
2670	MIRAS2-SP440	1615	42%		36%		27%		32%		26%		31%		25%		33%		35%		36%		44%		44%	
2611	LSOLT-SP440	1	640	-204	576	-116	436	-77	524	-61	414	-115	512	-68	405	-80	536	-68	569	-60	591	-52	713	-40	727	-62
2670	MIRAS2-SP440	1615	42%		36%		27%		32%		26%		31%		25%		33%		3							



Tabela 14-8 – Desempenho em regime de contingência– Cenário 2.

BARRA	LINHAS E TRAFOS	NC LIM	2027		2028		2029		2030		2031		2032		2033		2034		2035		2036		2037		2038			
			MW	Mvar %	MW	Mvar %																						
30184	D#1VVT-SP138	1	4	15	6	15	6	16	9	16	23	16	12	19	19	18	19	22	23	22	25	20	32	21	31	21		
2704	CATAN2-SP138	242	6%																									
30184	SJRPRE-SP138	1	4	13	6	14	6	15	9	15	23	16	12	18	19	17	19	21	23	21	25	19	32	20	32	20		
2704	D#1VVT-SP138	242	6%																									
2703	SJRPRE-SP138	2	22	23	24	24	24	26	28	26	43	27	32	29	40	29	40	29	44	30	46	28	53	29	53	29		
30183	D#2VVT-SP138	242	13%		14%		14%		16%		21%		18%		20%		20%		22%		22%		25%		25%		25%	
30183	D#2VVT-SP138	2	-8	8	-6	8	-7	9	-4	9	10	9	-1	11	5	10	5	16	9	16	11	14	17	15	17	15		
2704	CATAN2-SP138	242	5%		5%		5%		5%		5%		5%		5%		5%		7%		7%		10%		10%		9%	
31002	D#1CRD-SP138	1	-27	6	-27	6	-26	5	-26	5	-28	5	-24	3	-24	4	-25	3	-25	3	-26	2	-25	-1	-28	-1		
32961	GUARIR-SP138	191	15%		14%		14%		14%		15%		13%		13%		13%		14%		14%		13%		15%		15%	
31002	D#1CRD-SP138	1	27	-6	27	-6	26	-5	26	-5	28	-5	24	-3	24	-4	25	-3	25	-3	26	-2	25	1	28	1		
2701	VOTUP2-SP138	242	12%		11%		11%		11%		12%		10%		10%		10%		10%		11%		12%		12%		12%	
31155	D#2FER-SP138	2	-29	1	-30	2	-32	4	-32	4	-31	6	-34	7	-35	7	-33	7	-32	7	-31	8	-29	13	-27	13		
31157	D#2VGE-SP138	108	28%		28%		31%		30%		30%		32%		33%		31%		31%		30%		30%		29%		29%	
31157	D#2VGE-SP138	2	-39	-5	-39	-4	-42	-3	-41	-3	-41	-1	-44	-1	-45	-0	-43	-1	-43	-1	-42	-1	-40	4	-39	4		
31159	D#2VT3-SP138	108	36%		36%		39%		38%		38%		41%		42%		40%		40%		39%		38%		38%		36%	
2701	VOTUP2-SP138	2	117	-5	120	-5	116	-0	119	0	130	2	115	7	116	8	123	8	124	9	128	10	129	8	131	9		
31161	D#2VT1-SP138	163	71%		73%		71%		73%		79%		71%		71%		75%		76%		79%		80%		82%		82%	
31161	D#2VT1-SP138	2	89	-29	92	-30	90	-31	94	-32	105	-33	91	-33	91	-33	98	-35	98	-36	101	-37	100	-40	102	-41		
31163	D#2FAC-SP138	163	57%		59%		58%		60%		67%		59%		60%		64%		64%		66%		67%		68%		68%	
2703	SJRPRE-SP138	1	27	18	21	20	21	22	17	23	0	29	36	15	27	8	19	19	18	20	19	20	22	17	19	20		
2337	SJRPRE-SP138	253	13%		11%		12%		11%		11%		15%		11%		11%		11%		11%		11%		11%		11%	
29879	D#AUST-SP138	1	-43	-23	-37	-26	-37	-27	-34	-29	-19	-35	-54	-21	-25	-34	-40	-24	-39	-25	-40	-25	-44	-22	-41	-25		
2703	SJRPRE-SP138	253	19%		18%		18%		17%		15%		23%		17%		18%		18%		19%		19%		19%		19%	
30139	D#1PVE-SP138	3	-41	27	-44	30	-38	29	-43	35	-35	41	-19	31	-33	41	-23	37	-23	39	-19	38	-12	39	-17	41		
2703	SJRPRE-SP138	253	19%		21%		19%		22%		21%		14%		21%		17%		18%		17%		16%		17%		17%	
30140	D#2PVE-SP138	4	-48	28	-50	31	-45	30	-50	36	-41	42	-26	33	-41	42	-31	37	-32	39	-27	38	-20	39	-26	41		
2703	SJRPRE-SP138	253	22%		23%		21%		24%		23%		16%		23%		19%		19%		18%		17%		19%		19%	
2392	MIRAS2-SP138	4	15	45	13	48	20	47	16	54	27	61	43	52	31	62	47	55	48	58	55	58	63	60	60	62		
30140	D#2PVE-SP138	253	18%		19%		20%		22%		25%		26%		26%		28%		29%		30%		33%		33%		33%	
2392	MIRAS2-SP138	3	12	45	11	49	17	48	14	54	24	61	41	52	28	62	44	55	45	58	51	58	60	56	60	62		
30139	D#1PVE-SP138	256	18%		19%		20%		21%		25%		25%		26%		27%		28%		29%		32%		31%		31%	
29879	D#AUST-SP138	1	-17	3	-24	5	-25	7	-30	8	-48	13	-13	-1	-44	11	-37	7	-40	7	-40	7	-38	4	-42	7		
2337	SJRPRE-SP138	253	7%		9%		10%		12%		20%		5%		18%		15%		16%		16%		15%		17%		17%	
2392	MIRAS2-SP138	1	23	34	21	37	25	36	22	41	25	47	44	36	29	47	41	38	42	40	46	40	52	40	49	42		
30001	D#MIRA-SP138	253	16%		16%		17%		18%		20%		22%		21%		21%		22%		23%		25%		25%		25%	
31156	D#1VGE-SP138	1	-34	-13	-33	-12	-35	-11	-34	-11	-33	-10	-35	-9	-34	-10	-33	-10	-33	-10	-33	-10	-31	-5	-30	-5		
31158	D#1VT3-SP138	108	33%		32%		34%		33%		31%		33%		34%		32%		32%		31%		30%		29%		29%	
31114	D#1FER-SP138	1	-33	-13	-33	-13	-35	-11	-33	-12	-32	-11	-35	-10	-35	-10	-33	-10	-33	-11	-32	-11	-30	-6	-29	-6		
31156	D#1VGE-SP138	108	34%		33%		34%		33%		32%		34%		35%		33%		33%		32%		30%		29%		29%	
31158	D#1VT3-SP138	1	-38	-14	-38	-13	-39	-12	-38	-12	-37	-11	-40	-10	-40	-10	-38	-11	-38	-11	-37	-11	-35	-6	-34	-6		
2701	VOTUP2-SP138	108	37%		37%		38%		37%		36%		38%		39%		37%		37%		36%		33%		32%		32%	
31159	D#2VT3-SP138	2	-41	-12	-40	-12	-42	-11	-40	-11	-38	-10	-41	-10	-41	-10	-39	-10	-38	-11	-37	-11	-35	-6	-34	-7		
2701	VOTUP2-SP138	108	40%		39%		40%		39%		37%		39%		39%		37%		37%		36%		33%		32%		32%	
2700	JALES-SP138	2	-29	0	-30	1	-32	3	-31	3	-31	4	-34	6	-35	6	-33	6	-32	6	-31	6	-28	12	-27	12		
2700	JALES-SP138	1	-27	15	-28	17	-31	19	-31	19	-32	21	-35	23	-36	24	-34	24	-33	25	-31	25	-29	32	-27	32		
31114	D#1FER-SP138	163	19%		20%		23%		23%		24%		26%		27%		26%		26%		25%		26%		26%		26%	
32307	D#1TN2-SP138	1	-66	6	-66	6	-66	6	-66	7	-66	7	-66	6	-66	7	-66	7	-66	7	-66	7	-66	7	-66	7	-66	7
30161	TANABY-SP138	163	40%		40%		40%		40%		41%		40%		41%		41%		41%		41%		41%		41%		41%	
32308	D#2TN2-SP138	1	-76	37	-79	38	-77	38	-80	40	-91	43	-77	40	-78	41	-84	44	-84	45	-87	47	-86	50	-88	51		
31163	D#2FAC-SP138	163	52%		54%		53%		55%		62%		53%		55%		58%		59%		61%		62%		63%		63%	
2703	SJRPRE-SP138	1	-130	68	-132	70	-130	70	-133	73	-142	79	-130	72	-130	74	-127	76	-127	77	-129	79	-128	83	-129	85		
32308	D#2TN2-SP138	163	90%		91%		90%		93%		99%		91%		91%		90%		90%		92%		93%		94%		94%	
2611	ISOLT-SP440	2	645	-204	682	-117	443	-79	531	-63	421	-117	620	-71	413	-83	545	-71	578	-63	599	-55	721	-73	735	-65		
2670	MIRAS2-SP440	1777	38%		33%		25%		29%		24%		29%		30%		32%		32%		33%		40%		41%		41%	
2611	ISOLT-SP440	1	645	-204	682	-117	443	-79	531	-63	421	-117	620	-71	413	-83	545	-71	578	-63	599	-55	721	-73	735	-65		
2670	MIRAS2-SP440	1777	38%		33%		25%		29%		24%		29%		30%		32%		32%		33%		40%		41%		41%	
2700	JALES-SP138	2	85	-29	84	-30	81	-27	86	-31	70	-27	89	-34	81	-31	86	-36	86	-38	83	-39	93	-41	79	-36		
33107	B.HORA-SP138	293	31%		31%		29%		32%		26%		33%		30%		32%		33%		33%		35%		30%		30%	
2700	JALES-SP138	1	85	-29	84	-30	81	-27	86	-31	70	-27	89	-34	81	-31	86	-36	86	-38	83	-39	93	-41	79	-36		
33117	B.HORA-SP138	293	31%		31%		29%		32%		26%		33%		30%		32%		33%		33%		35%		30%		30%	
2701	VOTUP2-SP138	2	-2	11	-2	11	-2	9	-1	8	-6	9	1	6	-1	6	-2	4	-2	3	-3	2	-3	-6	-1	-7		
60047	PEDRAN-SP138	242	5%		5%		4%		3%		4%		2%		2%		2%		2%		2%		2%		2%		2%	
31001	D#2CRD-SP138	2	-39	2	-39	2	-40	2	-40	2	-38	3	-41	3	-40	3	-40	3	-40	3	-39	3	-39	5	-36	5</		

# Perda da LT 138 kV Jales - Votuporanga II

## Tabela 14-9 – Desempenho em regime de contingência– Cenário 1.

BARRA	LINHAS E TRAFOS	NCLIM	2027		2028		2029		2030		2031		2032		2033		2034		2035		2036		2037		2038	
			NC LIM	Mvar %																						
30184	D#1VVT-SP138	1	6	14	8	15	9	15	12	15	27	15	16	17	23	16	23	20	27	21	29	19	36	19	35	19
2704	CATAN2-SP138	242	7%		7%		7%		8%		13%		10%		12%		13%		14%		14%		17%		17%	
2703	SJRRPE-SP138	1	6	13	8	14	9	14	12	14	27	14	16	16	23	15	23	19	27	20	30	18	36	19	35	19
30194	D#1VVT-SP138	242	6%		7%		7%		7%		12%		10%		12%		12%		14%		14%		17%		17%	
2703	SJRRPE-SP138	2	24	23	26	24	27	24	31	25	46	25	36	28	44	27	43	27	48	28	51	27	57	28	57	28
30183	D#2VVT-SP138	242	14%		14%		15%		16%		22%		19%		21%		21%		23%		24%		26%		26%	
2704	CATAN2-SP138	2	5	8	4	8	4	8	11	8	13	7	2	10	9	8	9	14	13	15	15	13	21	13	20	13
31002	D#1CRD-SP138	1	-31	7	-32	7	-34	7	-34	6	-39	6	-34	5	-36	5	-36	5	-35	4	-37	4	-35	1	-37	1
32961	GUARIR-SP138	191	16%		17%		18%		18%		21%		18%		19%		19%		19%		19%		18%		20%	
31002	D#1CRD-SP138	1	31	-7	32	-7	34	-7	34	-6	39	-6	34	-5	36	-5	36	-5	35	-4	37	-4	35	-1	37	-1
2701	VOTUP2-SP138	242	13%		13%		14%		14%		17%		14%		15%		15%		15%		15%		14%		16%	
31155	D#2FER-SP138	2	-22	-2	-21	-1	-20	-0	-19	-0	-15	2	-19	2	-18	3	-17	2	-16	2	-15	3	-14	7	-12	8
31157	D#2VGE-SP138	108	20%		19%		19%		19%		14%		19%		18%		16%		16%		14%		15%		14%	
31157	D#2VGE-SP138	2	-32	-8	-31	-7	-29	-6	-29	-7	-24	-5	-29	-5	-28	-4	-26	-5	-26	-5	-25	-5	-24	-1	-23	-0
31159	D#2VT3-SP138	108	31%		29%		28%		27%		23%		27%		26%		25%		25%		24%		23%		22%	
2701	VOTUP2-SP138	2	113	-5	118	-5	120	-0	121	0	137	2	115	7	121	8	123	8	123	9	127	10	123	8	128	9
31161	D#2VT1-SP138	163	69%		72%		73%		74%		84%		71%		74%		75%		75%		78%		77%		80%	
31161	D#2VT1-SP138	2	85	-28	91	-30	94	-31	95	-32	112	-35	91	-33	96	-34	98	-35	97	-35	100	-37	95	-38	99	-40
31163	D#2FAC-SP138	163	54%		58%		60%		61%		72%		59%		63%		64%		63%		65%		63%		66%	
2701	VOTUP2-SP138	1	31	-9	35	-10	49	-12	50	-12	64	-12	64	-13	69	-13	68	-14	68	-14	71	-15	67	-17	67	-14
31160	D#1VT1-SP138	163	20%		22%		31%		32%		40%		40%		43%		43%		42%		45%		43%		42%	
31160	D#1VT1-SP138	1	31	-9	35	-9	49	-12	50	-12	64	-12	64	-13	69	-13	68	-14	68	-14	71	-15	67	-17	66	-14
31162	D#1FAC-SP138	163	20%		22%		31%		32%		40%		40%		43%		43%		42%		45%		43%		42%	
31162	D#1FAC-SP138	1	21	-13	25	-13	40	-16	41	-16	54	-17	54	-18	59	-18	58	-19	58	-19	61	-19	57	-21	57	-19
30161	TANABY-SP138	163	15%		17%		26%		27%		35%		35%		38%		37%		37%		39%		38%		37%	
2703	SJRRPE-SP138	1	34	16	28	18	27	18	24	19	7	24	44	11	14	23	27	14	26	14	27	14	31	11	28	14
2337	SJRRPE-SP138	253	15%		13%		13%		12%		10%		18%		10%		12%		12%		12%		13%		12%	
29979	D#AUST-SP138	1	-50	-21	-44	-23	-44	-24	-41	-25	-24	-30	-62	-16	-32	-29	-48	-19	-47	-19	-48	-19	-53	-16	-50	-19
2703	SJRRPE-SP138	253	21%		20%		20%		19%		15%		25%		17%		20%		20%		21%		22%		21%	
30139	D#1PVE-SP138	3	-46	27	-50	31	-50	33	-54	39	-50	48	-32	38	-49	49	-37	44	-37	46	-33	46	-24	46	-30	48
2703	SJRRPE-SP138	253	21%		23%		23%		26%		27%		19%		27%		23%		23%		22%		22%		22%	
30140	D#2PVE-SP138	4	-53	29	-57	32	-56	34	-61	40	-57	50	-39	39	-56	51	-45	44	-45	46	-41	46	-32	46	-39	49
2703	SJRRPE-SP138	253	23%		26%		28%		28%		30%		22%		30%		25%		25%		24%		24%		24%	
2392	MIRAS2-SP138	4	9	44	7	49	9	52	6	58	12	69	30	58	16	71	33	63	35	65	40	66	51	67	69	
30140	D#2PVE-SP138	253	17%		19%		20%		23%		27%		25%		28%		27%		28%		30%		32%		32%	
2392	MIRAS2-SP138	3	7	45	4	49	6	52	3	58	9	69	28	59	13	71	30	63	32	65	37	66	48	67	69	
30139	D#1PVE-SP138	256	17%		19%		20%		22%		27%		25%		27%		27%		27%		29%		31%		31%	
29979	D#AUST-SP138	1	-10	1	-17	3	-19	3	-23	4	-41	8	-5	-6	-37	6	-29	2	-31	2	-32	1	-29	2	-33	1
2337	SJRRPE-SP138	253	4%		7%		8%		9%		17%		3%		15%		11%		12%		13%		11%		13%	
2392	MIRAS2-SP138	1	22	33	19	37	20	39	18	43	18	51	38	39	22	52	35	42	36	44	40	44	47	43	44	45
30001	D#MIRA-SP138	253	15%		16%		17%		18%		21%		21%		22%		21%		22%		23%		25%		24%	
31156	D#1VGE-SP138	1	-27	-16	-25	-15	-22	-14	-21	-15	-16	-13	-20	-13	-19	-13	-17	-14	-17	-14	-16	-14	-16	-10	-14	-11
31158	D#1VT3-SP138	108	29%		27%		24%		24%		19%		22%		21%		20%		21%		20%		18%		17%	
31114	D#1FER-SP138	1	-26	-17	-25	-16	-22	-15	-21	-16	-16	-15	-20	-14	-18	-14	-17	-15	-17	-16	-16	-16	-15	-12	-14	-11
31156	D#1VGE-SP138	108	30%		28%		25%		25%		20%		23%		22%		21%		22%		21%		19%		18%	
31158	D#1VT3-SP138	1	-31	-17	-29	-16	-27	-15	-26	-16	-21	-14	-24	-14	-23	-13	-22	-15	-22	-15	-21	-15	-20	-11	-19	-11
2701	VOTUP2-SP138	108	32%		31%		29%		28%		23%		26%		25%		24%		25%		24%		21%		20%	
31159	D#2VT3-SP138	2	-34	-15	-32	-15	-29	-14	-27	-15	-22	-13	-25	-13	-23	-13	-22	-14	-22	-15	-21	-15	-20	-12	-19	-11
2701	VOTUP2-SP138	108	34%		32%		30%		29%		23%		26%		25%		24%		25%		24%		21%		20%	
2700	JALES-SP138	2	-22	-4	-21	-3	-20	-2	-19	-2	-15	-0	-19	0	-18	1	-17	1	-16	1	-15	1	-14	5	-12	6
31155	D#2FER-SP138	163	14%		13%		12%		12%		9%		12%		11%		10%		10%		9%		9%		9%	
31100	JALES-SP138	1	-20	11	-20	13	-19	14	-19	14	-16	16	-21	18	-20	19	-18	19	-18	19	-15	20	-14	25	-12	26
31174	D#1FER-SP138	163	14%		15%		15%		15%		14%		17%		17%		16%		16%		15%		18%		18%	
32307	D#1TN2-SP138	1	-86	19	-90	20	-104	25	-105	25	-117	29	-117	30	-121	31	-121	32	-120	32	-123	33	-120	35	-119	32
30161	TANABY-SP138	163	54%		56%		60%		66%		75%		75%		79%		78%		78%		80%		78%		78%	
32308	D#2TN2-SP138	1	-81	32	-87	34	-89	36	-90	37	-106	43	-87	37	-92	40	-93	41	-92	41	-94	43	-90	44	-94	47
31163	D#2FAC-SP138	163	53%		58%		60%		60%		71%		58%		62%		63%		63%		64%		63%		65%	
2703	SJRRPE-SP138	1	-83	29	-87	31	-99	42	-99	42	-110	51	-110	52	-114	56	-114	57	-113	56	-116	59	-113	59	-112	59
32307	D#1TN2-SP138	163	53%		56%		66%		66%		74%		74%		78%		77%		77%		79%		77%		77%	
2703	SJRRPE-SP138	1	-75	42	-80	45	-82	48	-83	49	-96	59	-79	49	-83	53	-76	52	-75	52	-77	55	-72	56	-75	59
32308	D#2TN2-SP138	163	52%		56%		58%		59%		69%		56%		60%		56%		56%		58%		55%		58%	
2611	ISOLT-SP440	2	698	-207	615	-114	428	-80	528	-63	368	-116	504	-71	360	-84	523	-72	563	-64	582	-55	735	-67	733	-65
2670	MIRAS2-SP440	1777	42%		35%		24%		29%		21%		28%		20%		29%		31%		32%		41%		41%	
2611	ISOLT-SP440	1	698	-207	615	-114	428	-80	528	-63	368	-116	504	-71	360	-84	523	-72	563	-64	582	-55	735	-67	733	-65
2670	MIRAS2-																									

Tabela 14-10 – Desempenho em regime de contingência– Cenário 2.

LINHAS E TRAFOS	NC/LIM	2027		2028		2029		2030		2031		2032		2033		2034		2035		2036		2037		2038	
		NC LIM.	MW Mvar %																						
D#1VVT-SP138	1		7 14	9 14	9 15	12 15	27 15	16 17	23 16	23 20	27 21	30 19	36 19	35 19											
CATAN2-SP138	242		7%	7%	7%	8%	13%	10%	12%	13%	14%	14%	14%	17%											
SJRPRE-SP138	1		7 13	9 13	9 14	12 14	27 14	16 16	23 15	23 19	27 20	30 18	36 18	36 19											
D#1VVT-SP138	242		6%	7%	7%	7%	13%	10%	12%	12%	14%	14%	17%	17%											
SJRPRE-SP138	2		25 23	27 23	28 24	31 24	46 26	36 28	44 27	44 27	48 28	51 27	57 27	57 28											
D#2VVT-SP138	242		14%	15%	15%	17%	22%	19%	21%	21%	23%	24%	26%	26%											
D#2VVT-SP138	2		-5 7	-3 7	-3 8	-1 7	13 8	3 9	9 8	9 14	13 15	15 13	21 13	20 13											
CATAN2-SP138	242		4%	3%	4%	3%	7%	4%	5%	7%	8%	8%	10%	10%											
D#1CRD-SP138	1		-31 8	-31 7	-31 7	-31 6	-34 6	-30 4	-31 4	-32 4	-33 4	-34 3	-34 0	-36 0											
GUARRI-SP138	191		17%	17%	17%	17%	18%	16%	16%	17%	17%	18%	18%	19%											
D#1CRD-SP138	1		31 -8	31 -7	31 -7	31 -6	34 -6	30 -4	31 -4	32 -4	33 -4	34 -3	34 -0	36 0											
VOTUP2-SP138	242		13%	13%	13%	13%	14%	13%	13%	13%	14%	14%	14%	15%											
D#2FER-SP138	2		-27 -15	-27 -14	-27 -13	-26 -13	-22 -12	-25 -11	-26 -10	-22 -12	-21 -12	-20 -12	-17 -6	-16 -6											
D#2VGE-SP138	108		30%	29%	29%	27%	24%	26%	26%	24%	23%	22%	18%	16%											
D#2VGE-SP138	2		-37 -21	-36 -20	-37 -19	-35 -20	-32 -18	-34 -18	-35 -18	-32 -19	-32 -20	-30 -20	-28 -15	-27 -14											
D#2VT3-SP138	108		39%	39%	39%	37%	34%	36%	37%	35%	35%	34%	30%	29%											
VOTUP2-SP138	2		126 -5	128 -5	122 1	124 1	132 2	116 7	117 8	123 9	124 9	127 10	127 8	131 9											
D#2VT1-SP138	163		77%	78%	74%	75%	81%	71%	72%	75%	77%	79%	79%	82%											
D#2VT1-SP138	2		98 -31	101 -31	95 -31	98 -32	108 -34	92 -33	93 -33	98 -35	100 -37	99 -40	101 -42												
D#2FAC-SP138	163		63%	64%	61%	63%	69%	60%	60%	64%	66%	66%	67%	67%											
VOTUP2-SP138	1		40 -10	42 -10	51 -11	53 -12	60 -12	65 -13	66 -13	69 -14	69 -14	72 -14	71 -17	69 -15											
D#1VT1-SP138	163		25%	26%	32%	33%	37%	40%	41%	43%	43%	45%	44%	44%											
D#1VT1-SP138	1		40 -9	42 -10	51 -11	53 -12	60 -12	65 -13	66 -13	68 -14	69 -14	72 -15	71 -17	69 -15											
D#1FAC-SP138	163		25%	26%	32%	33%	37%	40%	41%	43%	43%	45%	44%	44%											
D#1FAC-SP138	1		30 -13	32 -14	41 -16	43 -16	50 -16	55 -18	56 -17	59 -19	59 -19	62 -19	61 -22	59 -20											
TANABY-SP138	163		20%	21%	27%	28%	33%	36%	36%	38%	38%	40%	39%	39%											
SJRPRE-SP138	1		34 15	28 17	28 18	24 19	8 24	45 10	15 22	28 14	27 14	28 14	31 11	28 14											
SJRPR-SP138	253		15%	13%	13%	12%	10%	18%	11%	12%	12%	12%	13%	12%											
D#AUST-SP138	1		-50 -20	-44 -23	-45 -24	-41 -25	-26 -30	-63 -16	-33 -29	-48 -18	-49 -19	-53 -16	-50 -19												
SJRPRE-SP138	253		21%	20%	20%	19%	16%	26%	17%	21%	20%	22%	21%	21%											
D#1PVE-SP138	3		-52 30	-54 33	-50 33	-55 39	-47 46	-33 38	-47 48	-37 44	-37 47	-33 46	-26 48	-31 50											
SJRPRE-SP138	253		23%	25%	24%	26%	26%	20%	26%	23%	23%	22%	23%	23%											
D#2PVE-SP138	4		-58 31	-61 34	-57 34	-62 40	-54 47	-40 39	-54 49	-45 44	-45 46	-41 46	-34 48	-39 49											
SJRPRE-SP138	253		26%	27%	26%	29%	28%	22%	28%	25%	25%	24%	23%	25%											
MIRAS2-SP138	4		4 47	3 51	8 52	5 59	14 66	30 59	17 69	33 63	35 66	40 66	50 69	46 71											
D#2PVE-SP138	253		19%	20%	20%	23%	26%	25%	27%	27%	28%	30%	32%	32%											
MIRAS2-SP138	3		2 48	0 52	6 52	2 59	11 67	27 59	14 69	30 63	31 66	37 66	46 69	43 70											
D#1PVE-SP138	256		18%	20%	20%	23%	26%	25%	27%	26%	27%	29%	31%	31%											
D#AUST-SP138	1		-10 0	-17 3	-18 3	-23 4	-40 8	-4 -6	-35 6	-29 1	-31 1	-29 -2	-33 0												
SJRPR-SP138	253		4%	7%	7%	9%	16%	3%	14%	11%	12%	12%	11%	13%											
MIRAS2-SP138	1		18 35	17 38	20 39	17 43	19 49	38 39	24 50	35 42	36 44	40 44	46 44	44 46											
D#MIRA-SP138	253		15%	16%	17%	18%	21%	21%	21%	21%	22%	23%	25%	24%											
D#2VT3-SP138	2		-44 -30	-42 -29	-41 -29	-38 -30	-34 -28	-35 -28	-36 -28	-32 -30	-32 -31	-30 -32	-27 -27	-26											
VOTUP2-SP138	108		49%	47%	46%	44%	41%	42%	43%	41%	42%	41%	36%	36%											
JALES-SP138	2		-21 13	-22 15	-24 17	-24 17	-22 20	-26 22	-27 23	-23 23	-22 23	-19 24	-15 31	-14 33											
D#2FER-SP138	163		15%	17%	18%	18%	18%	21%	22%	20%	20%	19%	21%	22%											
D#1TN2-SP138	1		-95 21	-97 21	-105 25	-107 26	-114 27	-118 30	-118 30	-121 32	-121 32	-124 33	-123 37	-121 34											
TANABY-SP138	163		60%	61%	67%	68%	72%	75%	76%	78%	79%	80%	81%	79%											
D#2TN2-SP138	1		-94 36	-96 37	-91 36	-94 38	-102 41	-88 37	-89 38	-93 41	-93 41	-95 43	-94 47	-96 49											
D#2FAC-SP138	163		62%	64%	60%	63%	68%	59%	60%	63%	63%	65%	66%	67%											
SJRPRE-SP138	1		-91 34	-92 35	-100 42	-102 44	-107 48	-111 53	-112 53	-114 57	-114 57	-116 59	-116 63	-113 62											
D#1TN2-SP138	163		60%	60%	66%	67%	72%	75%	75%	77%	78%	80%	80%	79%											
SJRPRE-SP138	1		-86 48	-88 50	-83 48	-86 51	-93 56	-80 49	-80 50	-76 52	-76 53	-77 55	-76 59	-77 62											
D#2TN2-SP138	163		60%	62%	59%	61%	66%	57%	58%	56%	56%	58%	60%	60%											
ISOLT-SP440	2		639 -205	575 -116	436 -77	523 -61	413 -114	512 -68	404 -80	536 -68	569 -60	590 -52	712 -69	726 -62											
MIRAS2-SP440	1777		38%	33%	24%	29%	23%	28%	23%	30%	32%	33%	40%	40%											
ISOLT-SP440	1		639 -205	575 -116	436 -77	523 -61	413 -114	512 -68	404 -80	536 -68	569 -60	590 -52	712 -69	726 -62											
MIRAS2-SP440	1777		38%	33%	24%	29%	23%	28%	23%	30%	32%	33%	40%	40%											
JALES-SP138	2		70 -29	69 -29	64 -26	69 -30	53 -24	70 -32	61 -29	67 -33	67 -35	64 -36	74 -36	62 -32											
B.HORA-SP138	293		26%	26%	24%	26%	20%	27%	24%	26%	26%	26%	29%	24%											
JALES-SP138	1		70 -29	69 -29	64 -26	69 -30	53 -24	70 -32	61 -29	67 -33	67 -35	64 -36	74 -36	62 -32											
B.HORA-SP138	293		26%	26%	24%	26%	20%	27%	24%	26%	26%	26%	29%	24%											
VOTUP2-SP138	2		-9 14	-10 13	-10 11	-11 10	-17 10	-11 8	-12 7	-15 6	-15 5	-18 4	-18 -7	-15 -7											
PEDRAN-SP138	242		7%	7%	6%	6%	8%	6%	7%	7%	7%	7%	8%	7%											
D#2CRD-SP138	2		-36 1	-35 1	-35 1	-35 1	-32 2	-35 2	-34 2	-33 2	-33 2	-32 2	-32 4	-28 4											
PEDRAN-SP138	424		8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	7%											
MIRAS2-SP138	1		20 8	20 9	21 9	21 9	22 9	22 10	23 10	25 10	25 11	26 11	27 11	27 11											
D#AER-SP138	253		8%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	10%	11%	11%	11%	11%											
MIRAS2-SP138	1		59 30	60 3																					

# Perda da LT 440 kV Ilha Solteira – Água Vermelha

## Tabela 14-11 – Desempenho em regime de contingência– Cenário 1.

BARRA	LINHAS E TRAFOS	NCLIM	2027		2028		2029		2030		2031		2032		2033		2034		2035		2036		2037		2038	
			NC	Mvar																						
30184	D#1VVT-SP138	1	67	-18	65	-17	69	-18	67	-17	73	-18	74	-17	69	-17	72	-17	73	-16	76	-18	77	-17	79	-20
2704	CATAN2-SP138	242	29%		29%		29%		29%		28%		29%		29%		31%		31%		32%		32%		33%	
2703	SJRPPE-SP138	1	67	-17	65	-16	70	-17	67	-16	74	-16	75	-15	70	-16	73	-15	73	-15	76	-16	77	-15	79	-18
30184	D#1VVT-SP138	242	29%		28%		30%		29%		31%		29%		29%		31%		31%		32%		32%		33%	
2703	SJRPPE-SP138	2	85	-9	83	-8	88	-9	86	-8	93	-8	94	-7	89	-7	93	-6	94	-6	97	-7	98	-6	101	-9
30183	D#2VVT-SP138	242	35%		34%		36%		36%		38%		39%		37%		38%		38%		40%		40%		41%	
30183	D#2VVT-SP138	2	54	-23	51	-22	56	-23	53	-22	59	-23	60	-23	55	-23	58	-23	58	-23	61	-24	61	-23	63	-26
2704	CATAN2-SP138	242	24%		23%		25%		24%		26%		26%		26%		26%		26%		27%		27%		28%	
31002	D#1CRD-SP138	1	-29	1	-29	2	-29	1	-31	1	-29	0	-27	2	-27	-1	-29	-1	-31	-1	-31	-2	-27	-3	-36	-2
32961	GUARIR-SP138	191	15%		15%		15%		16%		15%		14%		14%		15%		16%		16%		15%		19%	
31002	D#1CRD-SP138	1	29	-1	29	-2	29	-1	31	-1	29	-0	27	-2	27	1	29	1	31	1	31	2	27	3	36	2
2701	VOTUP2-SP138	242	12%		12%		12%		13%		12%		11%		11%		12%		13%		13%		12%		15%	
31155	D#2FER-SP138	2	40	-14	40	-14	40	-12	41	-12	40	-11	37	-14	37	-10	39	-10	42	-10	42	-9	41	-8	47	-6
31157	D#2VGE-SP138	108	40%		39%		39%		40%		39%		37%		36%		38%		40%		40%		39%		44%	
31157	D#2VGE-SP138	2	31	-20	30	-20	30	-19	31	-19	31	-19	28	-21	28	-18	29	-18	31	-19	31	-18	30	-18	35	-16
31159	D#2VT3-SP138	108	34%		34%		33%		34%		34%		32%		31%		32%		34%		33%		32%		37%	
2701	VOTUP2-SP138	2	121	-8	118	-7	114	-2	119	-2	119	-1	104	6	106	5	110	6	116	8	115	7	108	7	128	9
31161	D#2VT1-SP138	163	74%		72%		70%		74%		73%		64%		65%		68%		71%		71%		67%		80%	
31161	D#2VT1-SP138	2	92	-32	90	-32	88	-32	93	-34	94	-34	80	-30	81	-32	85	-34	89	-34	88	-35	80	-34	99	-41
31163	D#2FAC-SP138	163	60%		59%		57%		61%		61%		52%		54%		56%		59%		58%		54%		66%	
2701	VOTUP2-SP138	1	75	-15	73	-15	84	-16	88	-17	88	-17	92	-15	94	-17	98	-17	103	-17	102	-17	95	-18	110	-17
31160	D#1VT1-SP138	163	47%		46%		53%		55%		55%		57%		59%		61%		64%		64%		60%		69%	
31160	D#1VT1-SP138	1	75	-15	73	-15	84	-16	88	-17	88	-17	92	-16	94	-17	97	-18	103	-17	101	-18	95	-18	110	-17
31162	D#1FAC-SP138	163	47%		46%		53%		55%		55%		57%		59%		61%		64%		64%		60%		69%	
31162	D#1FAC-SP138	1	65	-20	63	-20	74	-21	78	-22	78	-22	82	-21	83	-23	87	-23	92	-23	91	-23	84	-23	99	-23
30161	TANABY-SP138	163	42%		41%		47%		50%		50%		52%		53%		56%		59%		58%		55%		64%	
2703	SJRPPE-SP138	1	12	26	15	26	11	27	4	30	8	28	18	26	13	27	19	25	13	27	14	27	25	24	11	27
2337	SJRPPE-SP138	253	11%		12%		11%		12%		11%		12%		12%		12%		12%		12%		13%		11%	
29879	D#AUST-SP138	1	-30	-30	-33	-30	-30	-31	-22	-35	-28	-33	-38	-30	-33	-32	-39	-29	-34	-32	-35	-31	-47	-29	-33	-32
2703	SJRPPE-SP138	253	17%		18%		17%		17%		17%		19%		18%		19%		18%		19%		22%		18%	
30139	D#1PVE-SP138	3	36	-3	38	-2	39	1	32	7	38	5	50	1	43	5	48	6	44	10	46	9	54	6	45	14
2703	SJRPPE-SP138	253	14%		15%		15%		13%		15%		20%		17%		19%		17%		18%		21%		19%	
30140	D#2PVE-SP138	4	29	-3	31	-2	32	1	24	7	31	5	42	1	35	5	40	6	36	9	38	9	45	6	37	14
2703	SJRPPE-SP138	253	11%		12%		12%		10%		12%		17%		14%		16%		15%		15%		18%		15%	
2392	MIRAS2-SP138	4	96	15	100	16	102	19	96	25	105	25	118	21	112	26	118	28	116	31	121	32	130	30	123	38
30140	D#2PVE-SP138	253	38%		39%		40%		39%		42%		46%		45%		47%		46%		48%		51%		49%	
2392	MIRAS2-SP138	3	94	14	97	16	99	19	93	25	102	25	115	21	108	26	115	27	113	31	117	32	126	29	120	37
30139	D#1PVE-SP138	256	37%		38%		39%		37%		40%		45%		43%		45%		45%		46%		49%		48%	
29879	D#AUST-SP138	1	-38	16	-36	15	-41	16	-49	19	-45	17	-36	14	-42	15	-38	12	-44	14	-44	14	-35	11	-50	14
2337	SJRPPE-SP138	253	16%		15%		17%		21%		19%		18%		18%		16%		19%		19%		14%		21%	
2392	MIRAS2-SP138	1	66	13	69	13	70	15	65	21	71	19	81	16	77	19	82	19	79	22	82	22	90	19	83	26
30001	D#MIRA-SP138	253	26%		27%		28%		26%		28%		32%		30%		32%		32%		33%		36%		34%	
31156	D#1VGE-SP138	1	28	-24	28	-24	29	-23	31	-23	31	-23	29	-26	29	-22	31	-23	33	-23	32	-23	31	-23	37	-21
31158	D#1VT3-SP138	108	34%		34%		35%		36%		36%		34%		34%		36%		37%		37%		36%		40%	
31114	D#1FER-SP138	1	29	-24	29	-25	30	-24	31	-24	32	-24	29	-26	30	-23	31	-23	33	-24	33	-24	31	-23	37	-22
31156	D#1VGE-SP138	108	35%		36%		36%		37%		37%		37%		35%		37%		38%		38%		37%		41%	
31158	D#1VT3-SP138	1	24	-25	24	-25	25	-24	26	-24	27	-24	24	-27	25	-23	26	-24	28	-25	28	-24	26	-24	32	-22
2701	VOTUP2-SP138	108	31%		32%		32%		33%		33%		33%		31%		33%		34%		34%		33%		37%	
31159	D#2VT3-SP138	2	28	-27	29	-28	30	-27	32	-27	33	-28	31	-30	32	-27	34	-27	35	-28	35	-28	34	-28	40	-27
2701	VOTUP2-SP138	108	36%		37%		38%		40%		40%		39%		39%		41%		43%		43%		41%		45%	
2700	JALES-SP138	2	41	-14	40	-14	40	-13	41	-12	41	-12	38	-14	38	-11	40	-10	42	-10	43	-10	41	-9	48	-6
31155	D#2FER-SP138	163	26%		26%		26%		26%		26%		25%		25%		25%		26%		27%		26%		29%	
2700	JALES-SP138	1	52	-3	51	-3	50	-1	50	-0	49	0	45	-2	45	2	47	3	50	3	50	5	50	6	56	9
31114	D#1FER-SP138	163	32%		31%		31%		31%		30%		28%		28%		29%		31%		31%		31%		35%	
32307	D#1TN2-SP138	1	-62	23	-61	22	-70	26	-74	28	-74	28	-77	28	-79	30	-82	32	-87	33	-86	33	-80	31	-92	35
30161	TANABY-SP138	163	41%		40%		47%		50%		50															

Tabela 14-12 – Desempenho em regime de contingência– Cenário 2.

BARRA	LINHAS E TRAFOS	NC/LIM	2027		2028		2029		2030		2031		2032		2033		2034		2035		2036		2037		2038			
			MW	Mvar	MW	Mvar																						
30184	D#1VVT-SP138	1	6	14	8	15	9	15	12	15	27	15	16	17	23	16	23	20	27	21	29	19	36	19	35	19	35	19
2704	CATAN2-SP138	242	7%		7%		7%		7%		8%		7%		13%		10%		13%		14%		14%		17%		17%	
2703	SJRPRE-SP138	1	6	13	8	14	9	14	12	14	27	14	16	16	23	15	23	19	27	20	30	18	36	19	35	19	35	19
30184	D#1VVT-SP138	242	6%		7%		7%		7%		12%		10%		12%		12%		12%		14%		14%		17%		17%	
2703	SJRPRE-SP138	2	24	23	26	24	27	24	31	25	46	25	36	28	44	27	43	27	48	28	51	27	57	28	57	28	57	28
30183	D#2VVT-SP138	242	14%		14%		15%		16%		22%		19%		21%		21%		23%		24%		26%		26%		26%	
30183	D#2VVT-SP138	2	-5	8	-4	8	-4	8	-1	8	13	7	2	10	9	8	9	14	13	15	15	13	21	13	20	13	20	13
2704	CATAN2-SP138	242	4%		4%		4%		4%		7%		4%		5%		7%		7%		8%		8%		10%		10%	
31002	D#1CRD-SP138	1	-31	7	-32	7	-34	7	-34	6	-39	6	-34	5	-36	5	-36	5	-35	4	-37	4	-35	1	-37	1	-37	1
32961	GUARIR-SP138	191	16%		17%		18%		18%		21%		18%		19%		19%		19%		19%		19%		20%		20%	
31002	D#1CRD-SP138	1	31	-7	32	-7	34	-7	34	-6	39	-6	34	-5	36	-5	36	-5	35	-4	37	-4	35	-1	37	-1	37	-1
2701	VOTUP2-SP138	242	13%		13%		14%		14%		17%		14%		15%		15%		15%		15%		15%		16%		16%	
31155	D#2FER-SP138	2	-22	-2	-21	-1	-20	-0	-19	-0	-15	2	-19	2	-18	3	-17	2	-16	2	-15	3	-14	7	-12	8	-12	8
31157	D#2VGE-SP138	108	20%		19%		19%		19%		14%		19%		18%		18%		16%		14%		15%		14%		14%	
31157	D#2VGE-SP138	2	-32	-8	-31	-7	-29	-6	-29	-7	-24	-5	-29	-5	-28	-4	-26	-5	-26	-5	-25	-5	-24	-1	-23	-0	-23	-0
31159	D#2VT3-SP138	108	31%		29%		28%		27%		23%		27%		26%		25%		25%		24%		23%		22%		22%	
2701	VOTUP2-SP138	2	113	-5	118	-5	120	-0	121	0	137	2	115	7	121	8	123	8	123	9	127	10	123	8	128	9	128	9
31161	D#2VTL-SP138	163	69%		72%		73%		74%		84%		71%		74%		75%		75%		78%		77%		80%		80%	
31161	D#2VTL-SP138	2	85	-28	91	-30	94	-31	95	-32	112	-35	91	-33	96	-34	98	-35	97	-35	100	-37	95	-38	99	-40	99	-40
31163	D#2FAC-SP138	163	54%		58%		60%		61%		72%		59%		63%		64%		63%		65%		63%		66%		66%	
31160	D#1VVT-SP138	1	31	-9	35	-10	49	-12	50	-12	64	-12	64	-13	69	-13	68	-14	68	-14	71	-15	67	-17	67	-14	67	-14
31160	D#1VVT-SP138	163	20%		22%		31%		32%		40%		40%		43%		43%		42%		45%		43%		46%		46%	
31162	D#1FAC-SP138	163	20%		22%		31%		32%		40%		40%		43%		43%		42%		45%		43%		46%		46%	
31162	D#1FAC-SP138	1	21	-13	25	-13	40	-16	41	-16	54	-17	54	-18	59	-18	58	-19	58	-19	61	-19	57	-21	57	-21	57	-21
30161	TANABY-SP138	163	15%		17%		26%		27%		35%		35%		38%		37%		37%		39%		38%		37%		37%	
2703	SJRPRE-SP138	1	34	16	28	18	27	18	24	19	7	24	44	11	14	23	27	14	26	14	27	14	27	14	28	14	28	14
2337	SJRPR-SP138	253	15%		13%		13%		12%		10%		18%		10%		12%		12%		12%		13%		12%		12%	
29879	D#AUST-SP138	1	-50	-21	-44	-23	-44	-24	-41	-25	-24	-30	-62	-16	-32	-29	-48	-19	-47	-19	-48	-19	-53	-16	-50	-19	-50	-19
2703	SJRPRE-SP138	253	21%		20%		20%		19%		15%		25%		17%		20%		20%		21%		22%		21%		21%	
30139	D#1PVE-SP138	3	-46	27	-50	31	-50	33	-54	39	-50	48	-32	38	-49	49	-37	44	-37	46	-33	46	-24	46	-30	48	-30	48
2703	SJRPRE-SP138	253	21%		23%		23%		26%		27%		19%		27%		23%		23%		22%		21%		22%		22%	
30140	D#2PVE-SP138	4	-53	28	-57	32	-56	34	-61	40	-57	50	-39	39	-56	51	-45	44	-45	46	-41	46	-32	46	-39	48	-39	48
2703	SJRPRE-SP138	253	23%		26%		26%		28%		30%		22%		30%		25%		25%		24%		22%		24%		24%	
2392	MIRAS2-SP138	4	9	44	7	49	9	52	6	58	12	69	30	58	16	71	33	63	35	65	40	66	51	67	47	69	47	69
30140	D#2PVE-SP138	253	17%		19%		20%		23%		27%		25%		28%		27%		28%		30%		32%		32%		32%	
2392	MIRAS2-SP138	3	7	45	4	49	6	52	3	58	9	69	28	59	13	71	30	63	32	65	37	66	48	67	44	69	44	69
30139	D#1PVE-SP138	256	17%		19%		20%		22%		27%		25%		27%		27%		27%		29%		31%		31%		31%	
29879	D#AUST-SP138	1	-10	1	-17	3	-19	3	-23	4	-41	8	-5	-6	-37	6	-29	2	-31	2	-32	1	-29	2	-33	1	-33	1
2337	SJRPR-SP138	253	4%		7%		8%		9%		17%		3%		15%		11%		12%		13%		11%		13%		13%	
2392	MIRAS2-SP138	1	22	33	19	37	20	39	18	43	18	51	38	39	22	52	35	42	36	44	40	44	47	43	44	45	45	
30001	D#MIRA-SP138	253	15%		16%		17%		18%		21%		21%		22%		21%		22%		23%		25%		24%		24%	
31156	D#1VGE-SP138	1	-27	-16	-25	-15	-22	-14	-21	-15	-16	-13	-20	-13	-19	-13	-17	-14	-17	-14	-16	-14	-16	-10	-14	-10	-14	-10
31158	D#1VVT-SP138	108	29%		27%		24%		24%		19%		22%		21%		20%		21%		20%		18%		17%		17%	
31114	D#1FER-SP138	1	-26	-17	-25	-16	-22	-15	-21	-16	-16	-15	-20	-14	-18	-14	-17	-15	-17	-16	-16	-16	-15	-12	-14	-11	-14	-11
31158	D#1VGE-SP138	108	30%		28%		25%		25%		20%		23%		22%		21%		22%		21%		19%		18%		18%	
31156	D#1VVT-SP138	1	-31	-17	-29	-16	-27	-15	-26	-16	-21	-14	-24	-14	-23	-13	-22	-15	-22	-15	-21	-15	-20	-11	-19	-11	-19	-11
2701	VOTUP2-SP138	108	32%		31%		29%		28%		23%		26%		25%		24%		25%		24%		21%		20%		20%	
31159	D#2VT3-SP138	2	-34	-15	-32	-15	-29	-14	-27	-15	-22	-13	-25	-13	-23	-13	-22	-14	-22	-15	-21	-15	-20	-12	-19	-12	-19	-12
2701	VOTUP2-SP138	108	34%		32%		30%		29%		23%		26%		25%		24%		25%		24%		21%		20%		20%	
2700	JALES-SP138	2	-22	-4	-21	-3	-20	-2	-19	-2	-15	-0	-19	0	-18	1	-17	1	-16	1	-15	1	-14	5	-12	6	-12	6
31155	D#2FER-SP138	163	14%		13%		12%		12%		9%		12%		11%		10%		10%		9%		9%		9%		9%	
2700	JALES-SP138	1	-20	11	-20	13	-19	14	-19	14	-16	16	-21	18	-20	19	-18	19	-18	19	-15	20	-14	25	-12	26	-12	26
31114	D#1FER-SP138	163	14%		15%		15%		15%		14%		17%		17%		17%		16%		15%		18%		18%		18%	
32307	D#1TN2-SP138	1	-86	19	-90	20	-104	25																				

# Perda da LT 138 kV Usina Guarani– São José do Rio Preto

## Tabela 14-13 – Desempenho em regime de contingência– Cenário 1.

BARRA	LINHAS E TRAFOS	NCLIM	2027		2028		2029		2030		2031		2032		2033		2034		2035		2036		2037		2038			
			NC	Mvar																								
30184	D#1VVT-SP138	1	63	-17	62	-16	65	-16	63	-15	69	-16	70	-16	65	-15	68	-15	69	-15	71	-16	72	-15	74	-18	74	-18
2704	CATAN2-SP138	242	27%		26%		28%		26%		29%		27%		29%		29%		29%		31%		31%		31%		31%	
2703	SJRPRE-SP138	1	64	-16	62	-15	66	-15	63	-15	69	-15	70	-14	66	-14	69	-14	69	-14	72	-14	73	-14	75	-16	75	-16
30184	D#1VVT-SP138	242	27%		26%		28%		27%		29%		29%		28%		29%		29%		30%		31%		31%		31%	
2703	SJRPRE-SP138	2	81	-8	80	-8	84	-7	82	-7	88	-7	90	-6	85	-6	89	-5	89	-5	92	-5	94	-5	96	-7	96	-7
30183	D#2VVT-SP138	242	34%		33%		35%		34%		36%		37%		35%		36%		37%		38%		39%		39%		39%	
30183	D#2VVT-SP138	2	50	-22	48	-21	52	-22	49	-21	55	-22	56	-21	51	-21	54	-21	54	-21	56	-22	57	-22	59	-24	59	-24
2704	CATAN2-SP138	242	23%		23%		23%		22%		24%		23%		23%		24%		24%		25%		25%		26%		26%	
31002	D#1CRD-SP138	1	-19	0	-19	0	-17	-1	-17	-1	-17	-2	-14	-1	-14	-3	-15	-3	-16	-3	-16	-4	-15	-4	-19	-2	-19	-2
32961	GUARAR-SP138	191	10%		10%		9%		9%		9%		7%		7%		8%		8%		8%		8%		10%		10%	
31002	D#1CRD-SP138	1	19	0	19	0	17	1	17	1	17	2	14	1	14	3	15	3	16	3	16	4	15	4	19	2	19	2
2701	VOTUP2-SP138	242	8%		8%		7%		7%		7%		6%		6%		7%		7%		7%		7%		8%		8%	
31155	D#2FER-SP138	2	27	-11	26	-11	24	-9	23	-9	23	-8	20	-9	19	-6	21	-6	21	-7	22	-6	23	-6	23	-9	23	-9
31157	D#2VGE-SP138	108	27%		27%		23%		23%		23%		20%		19%		19%		20%		21%		22%		23%		23%	
31157	D#2VGE-SP138	2	17	-17	17	-17	15	-15	14	-15	14	-15	11	-16	10	-13	11	-14	11	-14	11	-14	12	-14	12	-18	12	-18
31159	D#2VT3-SP138	108	22%		22%		19%		19%		19%		18%		16%		17%		17%		17%		17%		19%		19%	
2701	VOTUP2-SP138	2	128	-7	125	-7	120	-1	121	0	124	0	112	7	113	7	119	8	121	10	122	9	122	10	133	14	133	14
31161	D#2VT1-SP138	163	78%		77%		73%		74%		76%		69%		69%		73%		74%		75%		75%		82%		82%	
31161	D#2VT1-SP138	2	100	-32	98	-32	93	-32	95	-32	99	-33	88	-31	88	-33	93	-34	93	-34	94	-35	93	-36	104	-37	104	-37
31163	D#2FAC-SP138	163	64%		63%		60%		61%		64%		57%		58%		61%		62%		62%		61%		67%		67%	
2701	VOTUP2-SP138	1	9	-1	9	-1	9	-1	9	-1	9	-1	9	-1	9	-1	9	-1	9	-1	9	-1	9	-1	9	-1	9	-1
31160	D#1VT1-SP138	163	6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%	
31160	D#1VT1-SP138	1	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0
31162	D#1FAC-SP138	163	6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%	
31162	D#1FAC-SP138	1	0	-4	0	-4	0	-4	0	-4	0	-4	0	-4	0	-4	0	-4	0	-4	0	-4	0	-4	0	-4	0	-4
30161	TANABY-SP138	163	2%		2%		2%		2%		2%		2%		2%		2%		2%		2%		2%		2%		2%	
2703	SJRPRE-SP138	1	7	29	10	29	6	31	-1	35	3	33	12	30	8	32	13	30	7	32	8	32	18	29	6	34	34	
2337	SJRPR-SP138	253	12%		12%		13%		13%		13%		13%		13%		13%		13%		13%		13%		13%		13%	
29879	D#AUST-SP138	1	-25	-34	-28	-33	-25	-35	-18	-39	-23	-37	-32	-35	-28	-37	-33	-35	-28	-37	-30	-37	-39	-34	-28	-39	-39	
2703	SJRPRE-SP138	253	17%		17%		17%		17%		17%		19%		18%		19%		18%		19%		19%		19%		19%	
30139	D#1PVE-SP138	3	49	-9	51	-8	53	-8	49	-3	54	-4	66	-7	60	-5	65	-4	63	-2	65	-2	69	-3	66	-1	66	-1
2703	SJRPRE-SP138	253	19%		20%		21%		19%		21%		26%		23%		25%		25%		26%		27%		26%		26%	
30140	D#1PVE-SP138	4	42	-9	44	-8	46	-8	42	-4	47	-4	58	-8	52	-5	57	-4	55	-2	56	-2	60	-3	58	-2	58	-2
2703	SJRPRE-SP138	253	17%		17%		16%		17%		18%		23%		21%		22%		22%		22%		24%		23%		23%	
2392	MIRAS2-SP138	4	109	9	113	10	117	12	114	16	120	17	134	14	129	17	136	19	135	21	139	22	145	22	144	24	144	24
30140	D#2PVE-SP138	253	43%		44%		45%		45%		47%		52%		50%		53%		53%		54%		57%		56%		56%	
2392	MIRAS2-SP138	3	107	9	110	10	114	12	111	16	117	16	131	14	126	17	133	18	132	21	136	21	141	22	141	24	141	24
30139	D#1PVE-SP138	256	41%		42%		44%		43%		45%		50%		48%		51%		51%		52%		54%		54%		54%	
29879	D#AUST-SP138	1	-42	19	-40	18	-45	20	-53	23	-50	21	-43	18	-48	20	-44	18	-50	20	-50	19	-42	16	-55	20	-55	20
2337	SJRPR-SP138	253	18%		17%		19%		23%		21%		18%		19%		19%		21%		21%		18%		23%		23%	
2392	MIRAS2-SP138	1	72	9	75	10	77	11	73	15	78	14	89	12	85	14	90	14	89	16	91	16	97	15	94	18	94	18
30001	D#MIRA-SP138	253	28%		30%		30%		29%		31%		35%		33%		35%		35%		36%		38%		37%		37%	
31156	D#1VGE-SP138	1	15	-20	15	-21	14	-19	14	-19	15	-19	12	-20	12	-18	12	-18	13	-19	13	-19	14	-19	13	-23	13	-23
31156	D#1VGE-SP138	108	23%		24%		22%		22%		21%		19%		20%		20%		21%		21%		22%		25%		25%	
31114	D#1FER-SP138	1	15	-22	16	-22	14	-20	14	-21	15	-21	12	-22	12	-20	13	-20	13	-21	13	-20	14	-20	14	-24	14	-24
31156	D#1VGE-SP138	108	25%		25%		23%		23%		24%		23%		21%		22%		23%		22%		24		26%		26%	
31158	D#1VT3-SP138	1	10	-21	11	-22	9	-20	9	-20	10	-20	7	-21	7	-19	8	-19	8	-20	8	-20	9	-20	9	-24	9	-24
2701	VOTUP2-SP138	108	22%		22%		20%		20%		21%		20%		19%		19%		20%		19%		20		23%		23%	
31159	D#2VT3-SP138	2	15	-24	16	-25	15	-23	15	-23	16	-23	14	-24	14	-22	15	-23	16	-24	16	-24	17	-24	16	-28	16	-28
2701	VOTUP2-SP138	108	26%		27%		25%		26%		27%		26%		24%		25%		26%		26		27		31%		31%	
2700	JALES-SP138	2	27	-12	27	-12	24	-10	23	-10	23	-10	20	-11	20	-8	21	-8	21	-8	22	-7	23	-7	23	-10	23	-10
31155	D#2FER-SP138	163	18%		18%		16%		15%		15%		14%		13%		13%		14		14		15		16%		16%	
2700	JALES-SP138	1	38	-2	37	-1	33	1	32	2	31	2	27	2	27	5	28	6	29	5	30							

Tabela 14-14 – Desempenho em regime de contingência– Cenário 2.

BARRA	LINHAS E TRAFOS	NC/LIM	2027		2028		2029		2030		2031		2032		2033		2034		2035		2036		2037		2038	
			MW	Mvar %																						
30184	D#1VVT-SP138	1	63	-17	62	-16	65	-16	63	-15	69	-16	70	-16	65	-15	68	-15	69	-15	71	-16	72	-15	74	-18
2704	CATAN2-SP138	242	27%		26%		28%		26%		29%		29%		29%		29%		29%		30%		31%		31%	
2703	SJRPRE-SP138	1	64	-16	62	-15	66	-15	63	-15	69	-15	70	-14	66	-14	69	-14	69	-14	72	-14	73	-14	75	-16
30184	D#1VVT-SP138	242	27%		26%		28%		27%		29%		29%		29%		29%		29%		30%		31%		31%	
2703	SJRPRE-SP138	2	81	-8	80	-8	84	-7	82	-7	88	-7	90	-6	85	-6	89	-5	89	-5	92	-5	94	-5	96	-7
30183	D#2VVT-SP138	242	34%		33%		35%		34%		36%		37%		35%		36%		37%		38%		38%		39%	
30183	D#2VVT-SP138	2	50	-22	48	-21	52	-22	49	-21	55	-22	56	-21	51	-21	54	-21	54	-21	56	-22	57	-22	59	-24
2704	CATAN2-SP138	242	23%		22%		23%		22%		24%		25%		23%		24%		24%		25%		25%		26%	
31002	D#1CRD-SP138	1	-19	-0	-19	-0	-17	-1	-17	-1	-17	-2	-14	-1	-14	-3	-15	-3	-16	-3	-16	-4	-15	-4	-19	-2
32961	GUARIR-SP138	191	10%		10%		10%		9%		9%		7%		7%		8%		8%		8%		8%		8%	
31002	D#1CRD-SP138	1	19	0	19	0	17	1	17	1	17	2	14	1	14	3	15	3	16	3	16	4	15	4	19	2
2701	VOTUP2-SP138	242	8%		8%		7%		7%		7%		6%		6%		7%		7%		7%		7%		7%	
31155	D#2FER-SP138	2	27	-11	26	-11	24	-9	23	-9	23	-8	20	-9	19	-6	21	-6	21	-7	22	-6	23	-5	23	-9
31157	D#2VGE-SP138	108	27%		27%		23%		23%		23%		20%		19%		19%		20%		21%		22%		23%	
31157	D#2VGE-SP138	2	17	-17	17	-17	15	-15	14	-15	14	-15	11	-16	10	-13	11	-14	11	-14	11	-14	12	-14	12	-18
31159	D#2VT3-SP138	108	22%		22%		19%		19%		19%		18%		16%		16%		17%		17%		17%		19%	
2701	VOTUP2-SP138	2	128	-7	125	-7	120	-1	121	-0	124	0	112	7	113	7	119	8	121	10	122	9	122	10	133	14
31161	D#2VT1-SP138	163	78%		77%		73%		74%		76%		69%		69%		73%		74%		75%		75%		82%	
31161	D#2VT1-SP138	2	100	-32	98	-32	93	-32	95	-32	99	-33	88	-31	88	-33	93	-34	95	-34	94	-35	93	-36	104	-37
31163	D#2FAC-SP138	163	64%		63%		60%		61%		64%		57%		58%		61%		62%		62%		61%		67%	
2701	VOTUP2-SP138	1	9	-1	9	-1	9	-1	9	-1	9	-1	9	-1	9	-1	9	-1	9	-1	9	-1	9	-1	9	-1
31160	D#1VT1-SP138	163	6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%	
31160	D#1VT1-SP138	1	9	-0	9	-0	9	-0	9	-0	9	-0	9	-0	9	-0	9	-0	9	-0	9	-0	9	-0	9	-0
31162	D#1FAC-SP138	163	6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%		6%	
31162	D#1FAC-SP138	1	0	-4	0	-4	0	-4	0	-4	0	-4	0	-4	0	-4	0	-4	0	-4	0	-4	0	-4	0	-4
30161	TANABY-SP138	163	2%		2%		2%		2%		2%		2%		2%		2%		2%		2%		2%		2%	
2703	SJRPRE-SP138	1	7	29	10	29	6	31	-1	35	3	33	12	30	8	32	13	30	7	32	8	32	18	29	6	34
2337	SJRPR-SP138	253	12%		12%		13%		13%		13%		13%		13%		13%		13%		13%		13%		13%	
29879	D#AUST-SP138	1	-25	-34	-28	-33	-25	-35	-18	-39	-23	-37	-32	-35	-28	-37	-33	-35	-28	-37	-30	-37	-39	-34	-28	-39
2703	SJRPRE-SP138	253	17%		17%		17%		17%		19%		18%		19%		19%		19%		19%		21%		19%	
30139	D#1PVE-SP138	3	49	-9	51	-8	53	-8	49	-3	54	-4	66	-7	60	-5	65	-4	63	-2	65	-2	69	-3	66	-1
2703	SJRPRE-SP138	253	19%		20%		21%		19%		21%		26%		23%		25%		25%		25%		27%		26%	
30140	D#2PVE-SP138	4	42	-9	44	-8	46	-8	42	-4	47	-4	58	-8	52	-5	57	-4	55	-2	56	-2	60	-3	58	-2
2703	SJRPRE-SP138	253	17%		17%		19%		17%		18%		23%		21%		22%		21%		22%		24%		23%	
2392	MIRAS2-SP138	4	109	9	113	10	117	12	114	16	120	17	134	14	129	17	136	19	135	21	139	22	145	22	144	24
30140	D#2PVE-SP138	253	43%		44%		45%		45%		47%		52%		50%		53%		53%		54%		57%		56%	
2392	MIRAS2-SP138	3	107	9	110	10	114	12	111	16	117	16	131	14	126	17	133	18	132	21	136	21	141	22	141	24
30139	D#1PVE-SP138	256	41%		42%		44%		43%		45%		50%		48%		51%		51%		52%		54%		54%	
29879	D#AUST-SP138	1	-42	19	-40	18	-45	20	-53	23	-50	21	-43	18	-48	20	-44	18	-50	20	-50	19	-42	16	-55	20
2337	SJRPR-SP138	253	18%		17%		19%		23%		21%		18%		21%		19%		21%		21%		18%		23%	
2392	MIRAS2-SP138	1	72	9	75	10	77	11	73	15	78	14	89	12	85	14	90	14	89	16	91	16	97	15	94	18
30001	D#MIRA-SP138	253	28%		30%		30%		29%		31%		35%		33%		35%		35%		36%		38%		37%	
31156	D#1VGE-SP138	1	15	-20	15	-21	14	-19	14	-19	15	-19	12	-20	12	-18	12	-18	13	-19	13	-19	14	-19	13	-23
31158	D#1VT3-SP138	108	23%		24%		22%		22%		22%		21%		19%		20%		21%		21%		22%		25%	
31114	D#1FER-SP138	1	15	-22	16	-22	14	-20	14	-21	15	-21	12	-22	12	-20	13	-20	13	-21	13	-20	14	-20	14	-24
31156	D#1VGE-SP138	108	25%		25%		23%		23%		24%		23%		21%		22%		23%		22%		23%		26%	
31158	D#1VT3-SP138	1	10	-21	11	-22	9	-20	9	-20	10	-20	7	-21	7	-19	8	-19	8	-20	8	-20	9	-20	9	-24
2701	VOTUP2-SP138	108	22%		22%		20%		20%		21%		20%		19%		19%		20%		19%		20%		23%	
31159	D#2VT3-SP138	2	15	-24	16	-25	15	-23	15	-23	16	-23	14	-24	14	-22	15	-23	16	-24	16	-24	17	-24	16	-28
2701	VOTUP2-SP138	108	26%		27%		26%		26%		27%		26%		24%		25%		26%		26%		27%		31%	
2700	JALES-SP138	2	27	-12	27	-12	24	-10	23	-10	23	-10	20	-11	20	-8	21	-8	21	-8	22	-7	23	-7	23	-10
31155	D#2FER-SP138	163	18%		18%		15%		15%		15%		14%		13%		13%		14%		14%		15%		16%	
2700	JALES-SP138	1	38	-2	37	-1	33	1	32	2	31	2	27	2	27	5	28	6	29	5	30	7	32	8	32	5
31114	D#1FER-SP138	163	23%		23%		20%		20%		20%		17%		17%		18%		18%		19%		20%		20%	
32308	D#2TN2-SP138	1	-95	38	-93	38	-89	37	-91	38	-94	39	-84	35	-84	37	-89	39	-91	39	-90	41	-89	41	-99	44
31163	D#2FAC-SP138	163	63%		62%		60%		61%		63%		56%		57%		60%		61%		61%		61%		67%	
2703	SJRPRE-SP138	1	-79	49	-77	48	-73	47	-75	48	-78	50	-68	44	-68	46	-72	50	-74	50	-72	51	-71	52	-80	56
32308	D#2TN2-SP138	163	56%		55%		53%		54%		56%		50%		50%		53%		54%		54%		57%		60%	
2611	ISOLT-SP440	2	379	-54	368	-65	393	-103	251	-110	369	-74	427	-134	399	-124	484	-122	385	-100	465	-87	623	-62	407	-72
2670	MIRAS2-SP440	1777	21%		21%		22%		15%		21%		25%		23%		27%		22%		26%		34%		22%	
2611	ISOLT-SP440	1	379	-54	368	-65	393	-103	251	-110	369	-74	427	-134	399	-124	484	-122	385	-100	465	-87	623	-62	407	-72
2670	MIRAS2-SP440	1777	21%		21%		22%		15%		21%		25%		23%		27%		22%		26%		34%		22%	
2700	JALES-SP138	2	-72	0	-69	-1	-68	-2	-70	-2	-65	-3	-58	-2	-60	-7	-65	-8	-67	-10	-65	-12	-65	-16	-83	-13
33117	B.HORA-SP138	293	25%		24%		23%		24%		22%		20%		23%		23%		23%		23%		19%		29%	
2700	JALES-SP138	1	-72	0	-69	-1	-68	-2	-70	-2	-65	-3	-58	-2	-60	-7	-65	-8	-67	-10	-65	-12	-65	-16	-83	-13
33117	B.HORA-SP138	293	25%	</																						

## 14.5 Detalhamento da Análise de Sensibilidade – Antecipação parcial da solução SSSC na SE Ribeirão Preto

### 14.5.1 Sistema de Interesse

A malha de transmissão em 138 kV nas vizinhanças da SE Ribeirão Preto é responsável pelo atendimento de diversos municípios da região Nordeste do Estado de São Paulo. Esse sistema tem como principais pontos de fronteira com a Rede Básica as subestações de Ribeirão Preto 500/440/138 kV, Araraquara 440/138 kV, Araras 440/138 kV, Mogi Mirim 3 440/138 kV e Poços de Caldas 345/138 kV. Os carregamentos das transformações de fronteira com a Rede Básica e dos circuitos em 138 kV são diretamente influenciados pela geração das usinas hidrelétricas dos rios Pardo, Paranapanema e Tietê, além das plantas de cogeração a biomassa de cana-de-açúcar caracterizada por períodos de safra e entressafra. Adicionalmente, as condições de intercâmbio regional entre os subsistemas Sudeste/Centro-Oeste e Sul contribuem fortemente no carregamento e desempenho da rede local.

A LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2 âmbito principal deste estudo, destacada em rosa na Figura 14-16, alimenta em dupla derivação as subestações Santa Rita do Passa 4 e Tambaú, ambas integrantes da rede de distribuição de concessão da ELEKTRO.

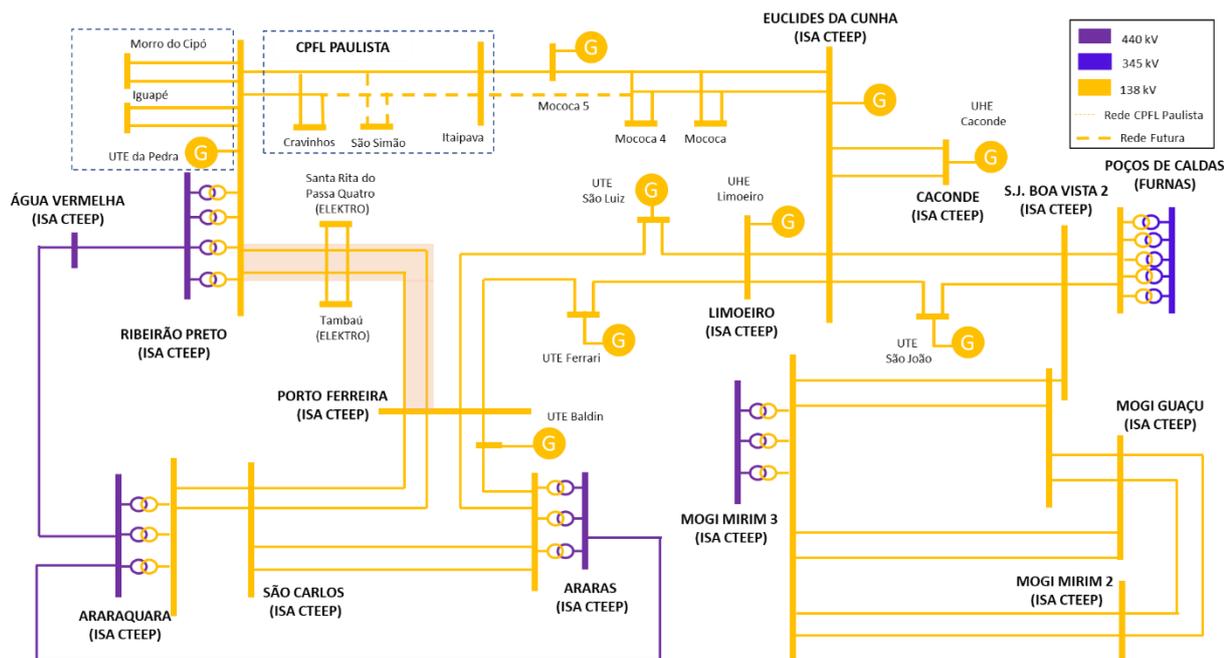


Figura 14-16 - Diagrama unifilar do sistema existente de interesse.

### 14.5.2 Casos de Trabalho

Considerando o horizonte de mais curto prazo das análises, foi necessário adotar os casos de trabalho do PAR/PEL 2023 Ciclo 2024-2028. O horizonte do estudo foi o período entre 2025 e 2027.

### 14.5.3 Mercado

As projeções de demanda consideradas foram aqueles referentes ao PAR/PEL 2023 Ciclo 2024-2028.

### 14.5.4 Cenários e Plano de Geração

Serão avaliados os casos alternativos com carregamento superior à 68% da capacidade nominal da LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2, para análises de atendimento sistêmico de curto-prazo da região.

#### 2025

- CASO 13\_2025VM RSUL=11800 MW REVO\_SP
- CASO 14\_2025VM TIETÊ, PARDO E PARANAPANEMA 25% REVO\_SP

#### 2026

- CASO 17\_2026VM RSUL=13000 MW REVO\_SP
- CASO 18\_2026VM TIETÊ, PARDO E PARANAPANEMA 25% REVO\_SP
- CASO 19\_2026VM BASE TERMICA SE\_CO REVO\_SP

#### 2027

- CASO 22\_2027VM RSUL=14000 MW REVO\_SP
- CASO 23\_2027VM TIETÊ, PARDO E PARANAPANEMA 25% REVO\_SP

### 14.5.5 Diagnóstico do Sistema de Interesse

Esta seção apresenta o diagnóstico de desempenho da LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2, emitido pelo ONS nos estudos do PAR/PEL 2022 - ciclo 2023-2027, para o qual é reiterado os resultados obtidos no PAR/PEL 2021 - ciclo 2022-2026, acrescido do crescimento vegetativo de demanda da região e dos valores declarados de MUST das Concessionárias de Distribuição locais.

Em cenários de N-1 com elevado recebimento pela região Sul, no patamar de carga média de verão, são observadas sobrecargas da ordem 30% em relação à capacidade de longa duração, que corresponde a um carregamento de 108% da capacidade de curta duração. A Figura 14-17 representa o desempenho da rede de 138 kV frente as contingências da LT 440 kV Ribeirão Preto – Santa Barbara, LT 440 kV Araraquara – Araras e perda do circuito paralelo. A partir do ano de 2026 é representado o efeito da obra de reconstrução da LT 138 kV Porto Ferreira – Ribeirão Preto C1/C2, 82 km, permitindo a elevação da capacidade para 206/242 MVA. O diagnóstico emitido pelo ONS

evidência condições críticas de carregamento no horizonte que antecede a reconstrução dos circuitos (entre os anos de 2024 a 2025).

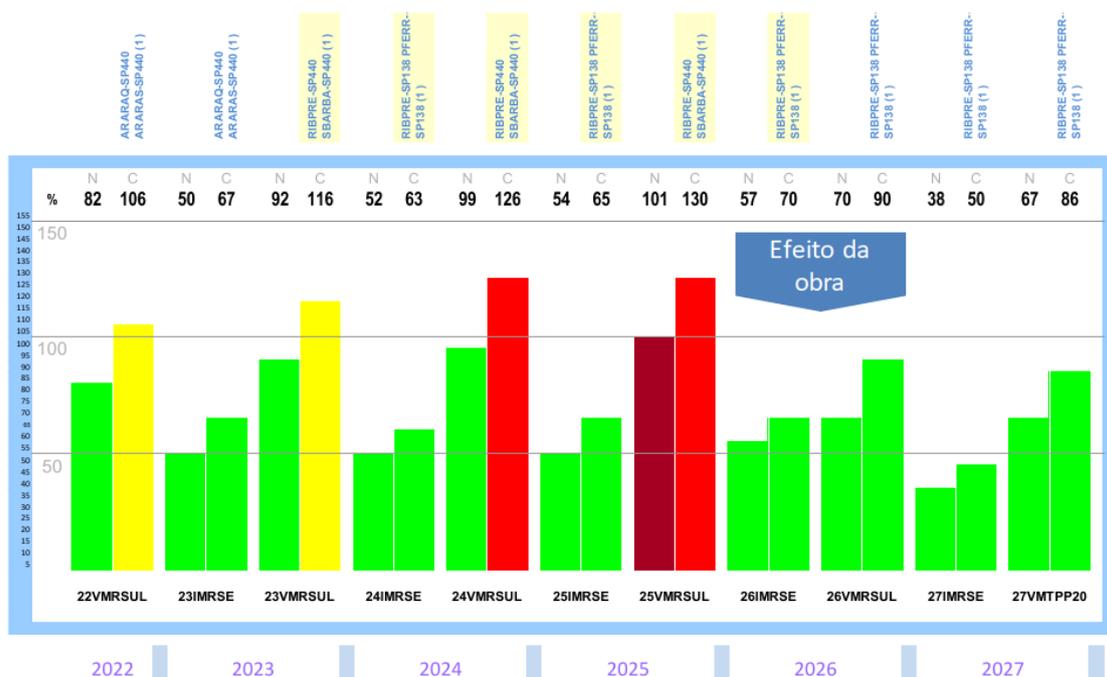


Figura 14-17 - Diagnóstico da LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2- PAR/PEL 2023 - ciclo 2024-2028.

▪ **Alternativa 1, com antecipação de modulares SSSC**

Essa alternativa é composta na etapa de curto prazo pela implantação de modulares SSSC na SE 138 kV Ribeirão Preto em série com os módulos de entrada de linha associados às LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2 e LT 138 kV Ribeirão Preto – São Simão C1, conforme destacado pelos dispositivos SSSC na Figura 14-18.

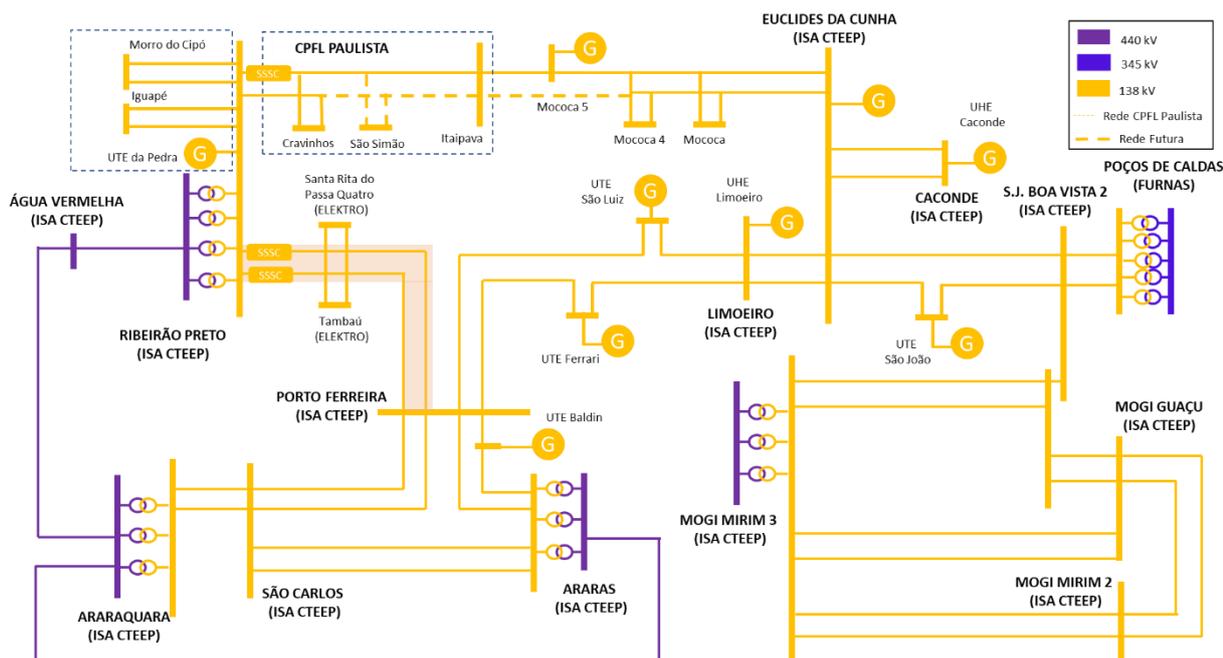


Figura 14-18 Alternativa com Antecipação: Instalação de modulares SSSC na SE 138 kV Ribeirão Preto.

As obras que compõem essa alternativa são detalhadas a seguir:

#### **Etapa de Curto Prazo:**

##### **LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2 e Ribeirão Preto – São Simão C1 (2025 a 2027).**

- Instalação provisória de 3 x modulares SSSC, por fase, por circuito - total de 9 x modulares SSSC (período de 2025 a 2027).
- Reconstrução da LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2: circuito duplo 1x636 MCM (postergação da entrada em operação para 2027).

#### **Etapa de Médio/Longo Prazo:**

- Realocação de 2 x modulares SSSC/fase (total de 6 x modulares SSSC), instalados provisoriamente na SE Ribeirão Preto, para as subestações Votuporanga 2 e São José do Rio Preto, conforme previsto na Alternativa 4 do presente estudo (2027).
- Realocação de 1 x modular SSSC/fase (total de 3 x modulares SSSC), instalado provisoriamente na SE Ribeirão Preto, para a subestação Votuporanga 2, conforme previsto na Alternativa 4 do presente estudo (2029).

#### **▪ Alternativa 2, sem antecipação de modulares SSSC**

Essa alternativa é composta na etapa de curto prazo pela obra autorizada de reconstrução da LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2 (mantendo a data de entrada em operação prevista na Resolução Autorizativa) e no médio/longo prazo pela alternativa recomendada neste relatório.

#### **Etapa de Curto/Médio Prazo:**

- Reconstrução da LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2: circuito duplo 1x636 MCM (2026).

#### **Etapa de Médio/Longo Prazo:**

- Solução conforme alternativa 4 deste relatório, detalhado na composição e escalonamento da Tabela 6-2.

#### **14.5.6 Desempenho da Alternativa 1, com antecipação de modulares SSSC na SE Ribeirão Preto**

A Tabela 14-15 e a Tabela 14-16 apresentam os máximos carregamentos observados na LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2 (RIB-POF) e na LT 138 kV Ribeirão Preto – São Simão (RIB-SSI), respectivamente, para os casos de trabalho do PAR/PEL 2024-2028.

Os circuitos 1 e 2 da LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira apresentam capacidades operativas de longa e curta duração de 2x108 MVA e 1x130 MVA, respectivamente. Já o circuito 1 da LT 138 kV Ribeirão Preto – São Simão apresentam capacidades operativas de longa e curta duração de 1x101 MVA e 1x144 MVA, respectivamente

Para o cenário de contingência, é apresentado o desempenho dos circuitos mediante a contingência identificada como mais severa para o sistema da região, a perda simples da LT 440 kV Ribeirão Preto – Santa Barbara.

**Tabela 14-15 - Desempenho da Alternativa com antecipação de modulares SSSC – LT 138 kV RIB-POF.**

Ano	Caso	Condição	Nº SSSC	kV	MVA	% Capacidade da LT
2025	13	N	1	5,66	86,9	80,4 (L1)
		N-1		5,66	117,5	90,3 (L1)
	14	N	1	5,66	85,3	78,9 (L1)
		N-1		5,66	111,6	85,4 (L1)
2026	17	N	1	5,66	82,9	76,7 (L1)
		N-1		5,66	108,8	83,7(L1)
	18	N	1	5,66	83,9	77,7 (L1)
		N-1		5,66	109,1	83,9 (L1)
	19	N	1	5,66	95,9	88,8 (L1)
		N-1		5,66	126,1	96,3 (L1)
2027	22	N	1	5,66	80,2	74,2 (L1)
		N-1		5,66	99,7	76,7 (L1)
	23	N	1	5,66	84,2	77,9 (L1)
		N-1		5,66	109,2	84,0 (L1)

**Tabela 14-16 – – Desempenho da Alternativa com antecipação de modulares SSSC – LT 138 kV RIB-SSI.**

Ano	Caso	Condição	Nº SSSC	kV	MVA	% Capacidade da LT
2025	13	N	1	5,66	78,8	77,9 (L1)
		N-1		5,66	91,1	63,2 (L1)
	14	N	1	5,66	81,0	80,2 (L1)
		N-1		5,66	93,0	64,6 (L1)
2026	17	N	1	5,66	63,8	63,1 (L1)
		N-1		5,66	82,9	57,5 (L1)
	18	N	1	5,66	76,6	76,8 (L1)
		N-1		5,66	86,1	59,8 (L1)
	19	N	1	5,66	80,5	79,7 (L1)
		N-1		5,66	94,9	65,9 (L1)
2027	22	N	1	5,66	70,8	70,0 (L1)
		N-1		5,66	79,8	55,4 (L1)
	23	N	1	5,66	77,9	77,1 (L1)
		N-1		5,66	86,3	59,9 (L1)

O desempenho da Alternativa 1 é satisfatório ao longo de todo o horizonte de curto prazo (2025 a 2027), uma vez que não são observadas sobrecargas na LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2 durante todo este período, tanto para a condição N quanto N-1.

## 14.5.7 Simulações no ORGANON

As figuras a seguir apresentam as simulações dos estudos de fluxo de potência em regime normal de operação, sendo que tal análise foram executadas através da ferramenta computacional Organon.

### Caso 13 - 2025

- LT 138 kV RIB - POF C1/C2 - 1 SSSC/fase por circuito – 6 modulares SSSC no total, com injeção do 100% da capacidade de tensão série na SE Ribeirão Preto;
- LT 138 kV RIB - SSI C1 – 1 SSSC/fase - 3 modulares SSSC no total, com injeção do 100% capacidade de tensão série na SE Ribeirão Preto.

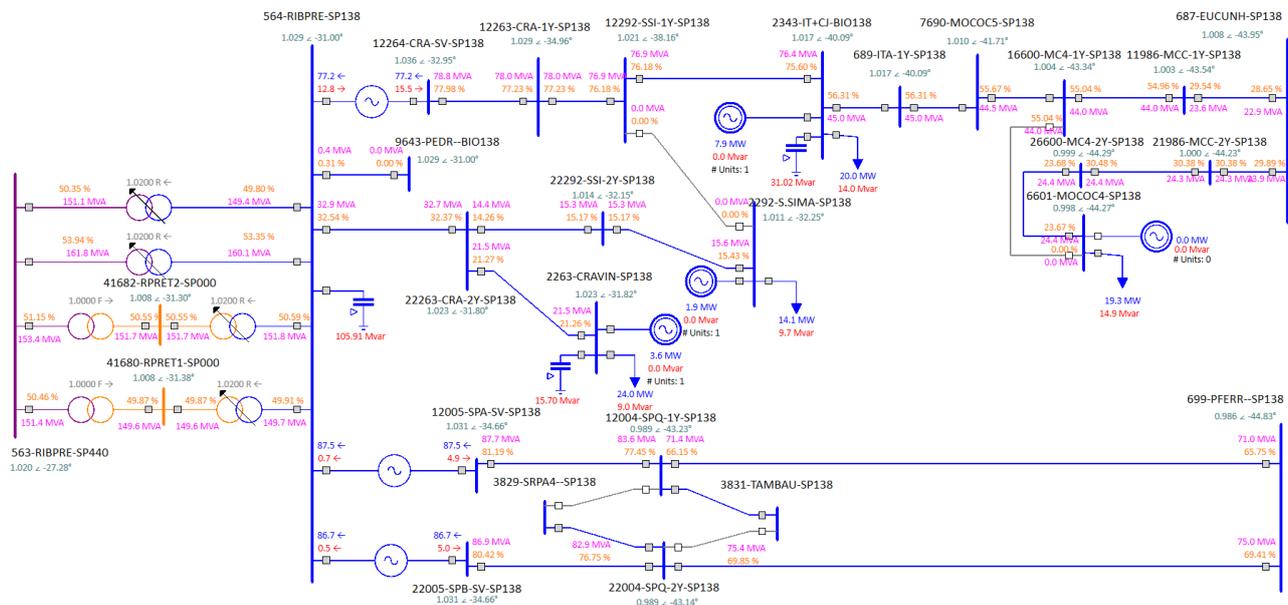


Figura 14-19 - Modulares SSSC em regime normal de operação – Caso 13.

### Caso 14 - 2025

- LT 138 kV RIB - POF C1/C2 - 1 SSSC/fase por circuito - 6 modulares SSSC no total, com injeção do 100% da capacidade de tensão série na SE Ribeirão Preto;
- LT 138 kV RIB - SSI C1 - 1 SSSC/fase - 3 modulares SSSC no total, com injeção do 100% capacidade de tensão série na SE Ribeirão Preto.

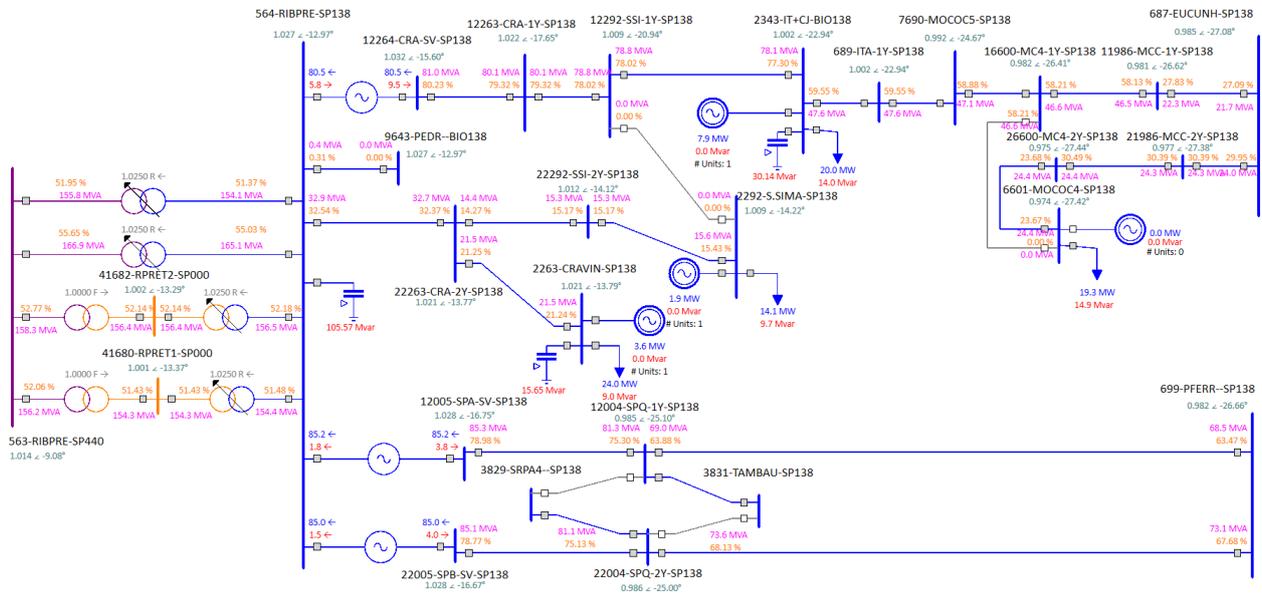


Figura 14-20 - Modulares SSSC em regime normal de operação – Caso 14.

### Caso 17 - 2026

- LT 138 kV RIB - POF C1/C2 - 1 SSSC/fase - por circuito - 6 modulares SSSC no total, com injeção do 100% da capacidade de tensão série na SE Ribeirão Preto;
- LT 138 kV RIB - SSI C1 - 1 SSSC/fase - 3 modulares SSSC no total, com injeção do 100% capacidade de tensão série na SE Ribeirão Preto.

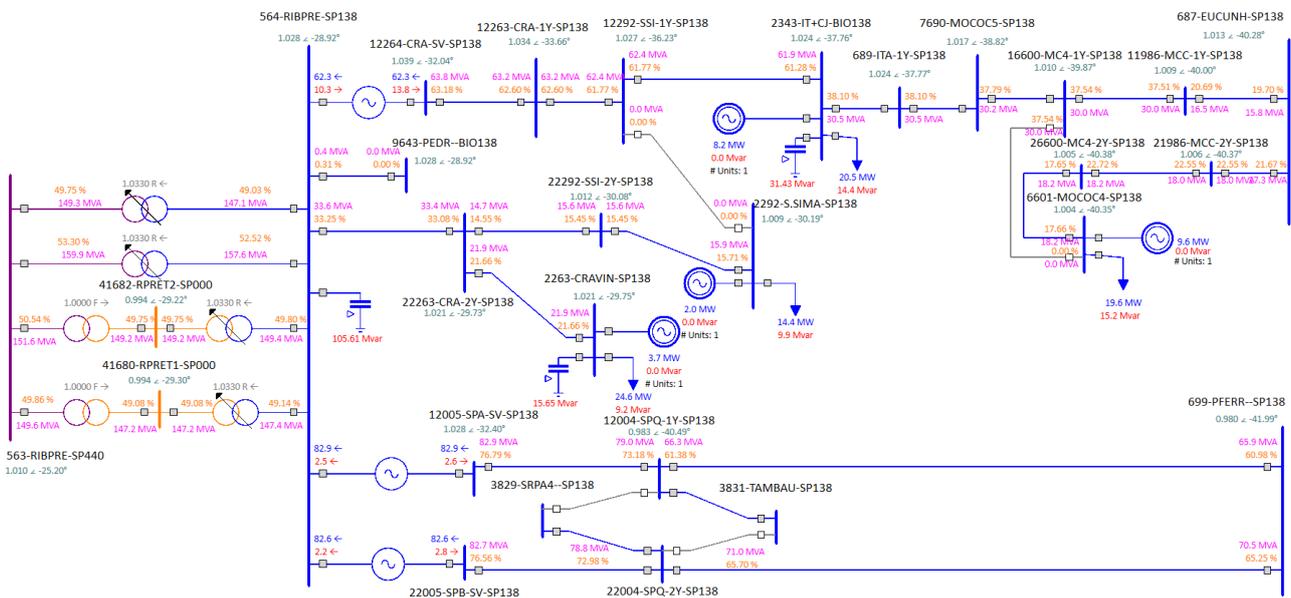


Figura 14-21 - Modulares SSSC em regime normal de operação – Caso 17.

### Caso 18 - 2026

- LT 138 kV RIB - POF C1/C2 - 1 SSSC/fase- por circuito - 6 modulares SSSC no total, com injeção do 100% da capacidade de tensão série na SE Ribeirão Preto;
- LT 138 kV RIB - SSI C1 - 1 SSSC/fase - 3 modulares SSSC no total, com injeção do 100% capacidade de tensão série na SE Ribeirão Preto.

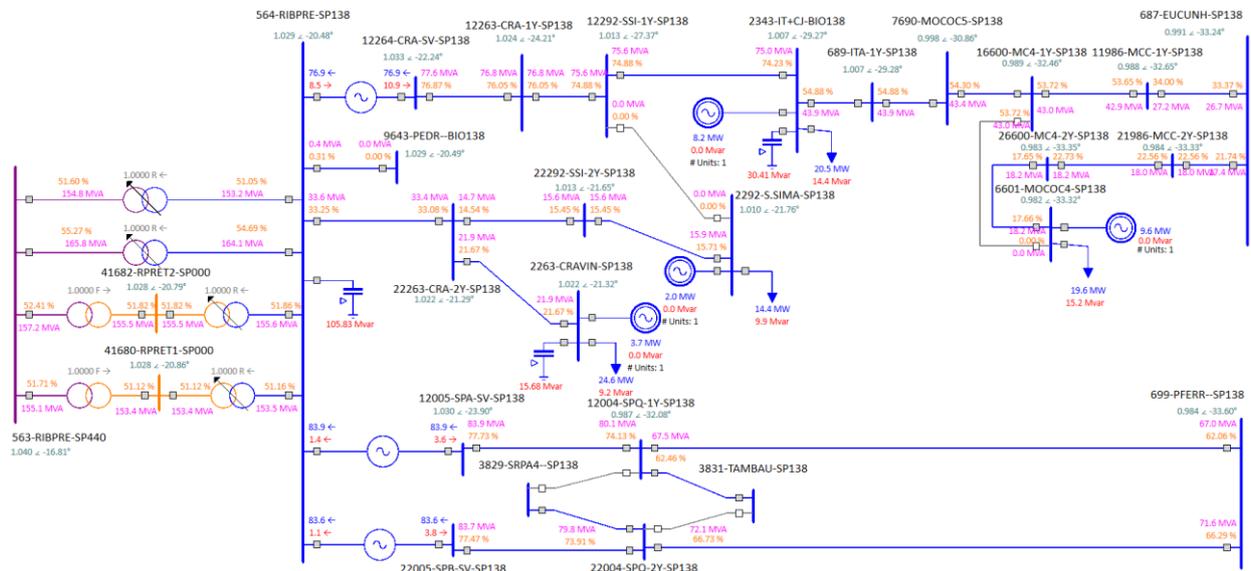


Figura 14-22 - Modulares SSSC em regime normal de operação – Caso 18.

### Caso 22 - 2027

- LT 138 kV RIB - POF C1/C2 - 1 SSSC/fase por circuito - 6 modulares SSSC no total, com injeção do 100% da capacidade de tensão série na SE Ribeirão Preto;
- LT 138 kV RIB - SSI C1 - 1 modular SSSC/fase - 3 modulares SSSC no total, com injeção do 100% capacidade de tensão série na SE Ribeirão Preto.

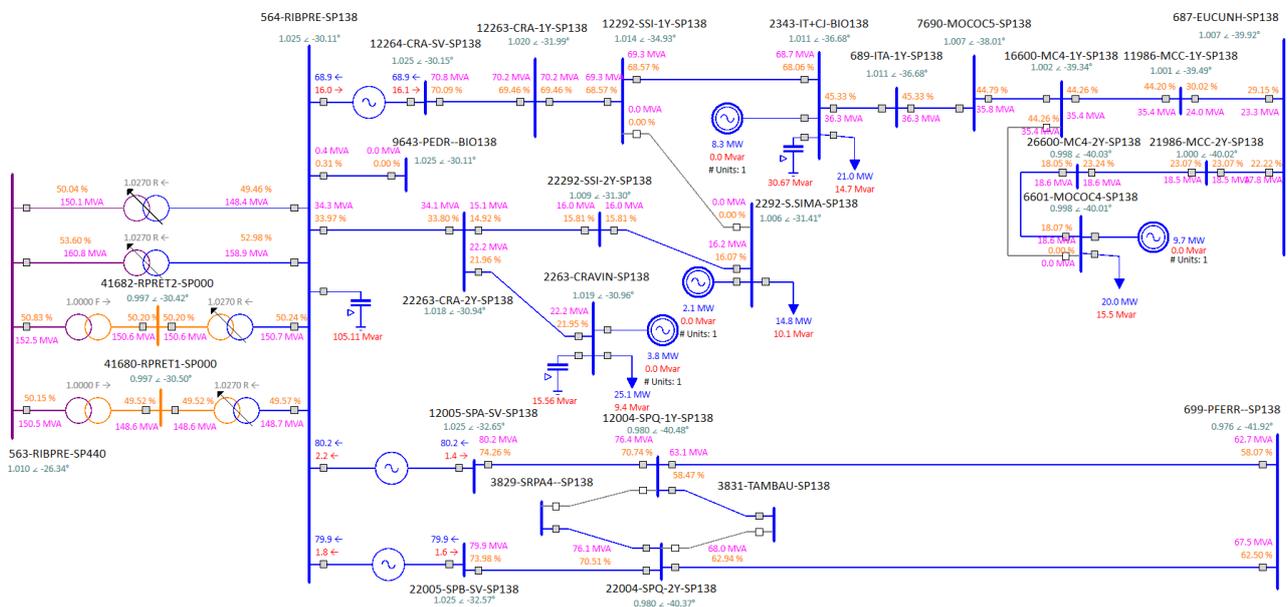


Figura 14-23 - Modulares SSSC em regime normal de operação – Caso 22.

### Caso 23 - 2027

- LT 138 kV RIB - POF C1/C2 - 1 SSSC/fase por circuito - 6 modulares SSSC no total, com injeção do 100% da capacidade de tensão série na SE Ribeirão Preto;
- LT 138 kV RIB - SSI C1 - 1 SSSC/fase - 3 modulares SSSC no total, com injeção do 100% capacidade de tensão série na SE Ribeirão Preto.

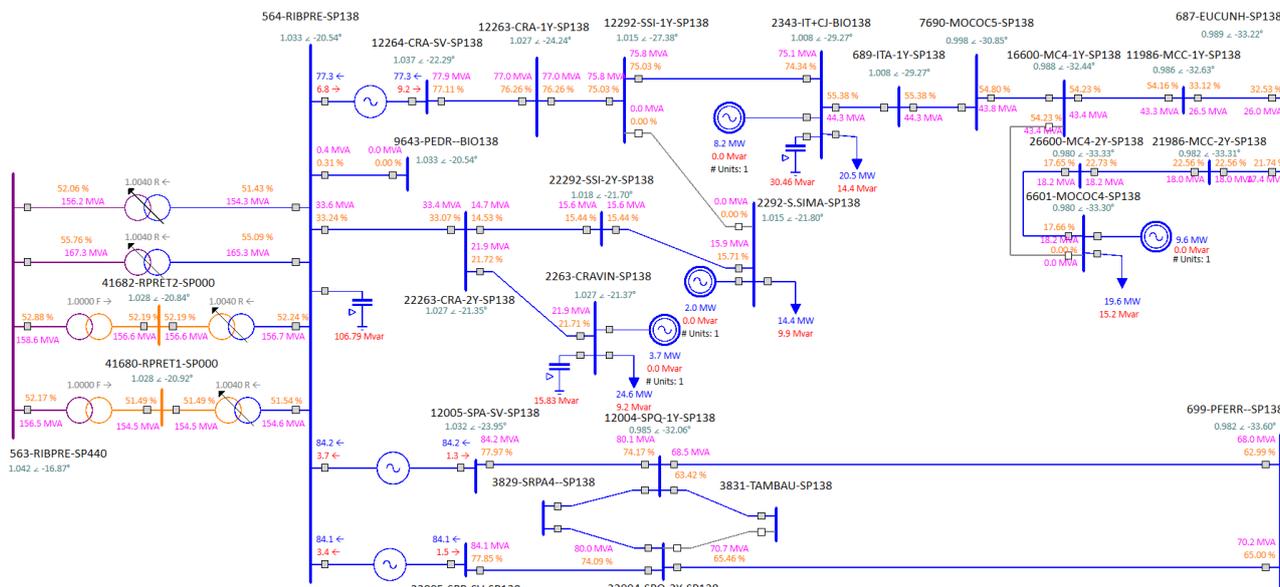


Figura 14-24 - Modulares SSSC em regime normal de operação – Caso 23.

### 14.5.8 Comparação Econômica

As tabelas a seguir indicam, respectivamente, os rendimentos necessários dos investimentos, o diferencial de custos de perdas elétricas e os custos totais associados a cada alternativa para efeitos de comparação, considerando como horizonte de truncamento o ano de 2028.

Tabela 14-17 – Comparação dos Rendimentos Necessários das Alternativas.

Rendimentos Necessários			
Alternativa	Custos (R\$ x 1000)	(%)	Ordem
1 (FACTS - Antecipação)	30.597,56	104,38%	2º
2 (FACTS - Sem Antecipação)	29.312,51	100,00%	1º

Tabela 14-18 – Custo Diferencial de Perdas.

Perdas			
Alternativa	Custos (R\$ x 1000)	Diferencial (R\$ x 1000)	Ordem
1 (FACTS - Antecipação)	61.562.908,34	0,00	1º
2 (FACTS - Sem Antecipação)	61.563.179,99	271,65	2º

Tabela 14-19 – Comparação Econômica.

Rendimentos Necessários + Perdas			
Alternativa	Custos (R\$ x 1000)	(%)	Ordem
1 (FACTS - Antecipação)	30.597,56	103,42%	2º

A Tabela 14-20 e a Tabela 14-21 apresentam o plano de obras e investimentos para as Alternativas 1 e 2.

**Tabela 14-20 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 1.**

Descrição	Terminal	Ano	Qtde.	Fator	Custo Unitário (sem fator)	Custo da Alternativa ( R\$ x 1000 )			
						Custo Total	VP	Parcela Anual	RN
						264.451,42	237.486,92	23.490,54	30.597,56
<b>LT 138 kV RIB-POF, C1/C2 (Ampliação/Adequação)</b>				1,0	8382,29	75.440,61	75.440,61	6.701,20	17.269,63
FACTS - 1 SSSC/FASE C1/C2	Ribeirão Preto/Euclides da Cunha ( SSSC + OBRAS)	2025	9,0	1,0	8382,29	75.440,61	75.440,61	6.701,20	17.269,63
<b>LT 138 kV VOTUPORANGA - S.J. Rio Preto, C1 (Ampliação/Adequação)</b>				1,0	7632,18	7.632,18	6.543,36	677,95	538,18
OBRAS PARA INSTALAÇÃO	SJR PRETO (OBRAS)	2027	1,0	1,0	7632,18	7.632,18	6.543,36	677,95	538,18
<b>LT 138 kV VOTUPORANGA - S.J. Rio Preto, C2 (Ampliação/Adequação)</b>				1,0	9151,43	9.151,43	7.845,88	812,90	645,30
OBRAS PARA INSTALAÇÃO	VOTUPORANGA (OBRAS)	2027	1,0	1,0	9151,43	9.151,43	7.845,88	812,90	645,30
<b>LT 138 kV RIBEIRÃO PRETO - PORTO FERREIRA, C1/C2   Reconstrução (Ampliação/Adequação)</b>				1,0	1970,13	172.227,20	147.657,06	15.298,50	12.144,44
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 636 MCM (GROSBEAK), 81,7 km		2027	81,7	1,0	1970,13	172.227,20	147.657,06	15.298,50	12.144,44

**Tabela 14-21 – Plano de obras e estimativa de investimentos associados à Alternativa 2.**

Descrição	Terminal	Ano	Qtde.	Fator	Custo Unitário (sem fator)	Custo da Alternativa ( R\$ x 1000 )			
						Custo Total	VP	Parcela Anual	RN
						229.691,89	208.736,34	20.402,94	29.312,51
<b>LT 138 kV RIBEIRÃO PRETO - PORTO FERREIRA, C1/C2   Reconstrução (Ampliação/Adequação)</b>				1,0	1970,13	172.227,20	159.469,63	15.298,50	25.260,44
Circuito Duplo 138 kV, 1 x 636 MCM (GROSBEAK), 81,7 km		2026	81,7	1,0	1.970,1	172.227,20	159.469,63	15.298,50	25.260,44
<b>LT 138 kV VOTUPORANGA - S.J. Rio Preto, C1 (Ampliação/Adequação)</b>				1,0	9582,94	28.748,82	24.647,48	2.553,68	2.027,20
SMART VALVES - 1 SV/FASE C1	SJR PRETO	2027	3,0	1,0	9582,94	28.748,82	24.647,48	2.553,68	2.027,20
<b>LT 138 kV VOTUPORANGA - S.J. Rio Preto, C1 (Ampliação/Adequação)</b>				1,0	9571,95	28.715,86	24.619,22	2.550,76	2.024,87
SMART VALVES - 1 SV/FASE C2	VOTUPORANGA	2027	3,0	1,0	9571,95	28.715,86	24.619,22	2.550,76	2.024,87

#### 14.5.9 Conclusões e Recomendações

Conforme pode ser visto na Tabela 14-19, há um empate econômico entre as alternativas com e sem antecipação dos equipamentos SSSC na SE 138 kV Ribeirão Preto.

Embora a alternativa de antecipação apresente um custo global 3,42% superior ao da alternativa sem antecipação, há que se reconhecer que existem benefícios econômicos na alternativa de antecipação, que por uma questão de simplificação das análises não foram monetizados, como, por exemplo, os custos evitados de medidas operativas que poderiam ser adotadas no período 2025 a 2026, até o momento da entrada em operação da obra de reconstrução da LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2.

Diante do exposto, considerando a viabilidade atestada pela ISA CTEEP de se antecipar a solução SSSC para o ano de 2025 na SE Ribeirão Preto, recomendamos a Alternativa 1 (com antecipação), cujos principais benefícios operativos de curto prazo associados à aplicação do SSSC são destacados a seguir:

- Elimina limitações de demanda e/ou ressalvas imposta as distribuidoras CPFL Paulista e Elektro durante a o período da reconstrução anual de MUST - RECON 2022-2025, reiterada nos ciclos atuais de reconstrução e vigentes até o período de finalização da obra de reconstrução da LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2;
- Evita procedimentos operativos vigentes desde a data de 17/05/2023, acordado entre os agentes ISA CTEEP, Vidroporto, Elektro, CPFL Paulista e AES Brasil para eliminar sobrecargas

na LT 138 kV Ribeirão Preto – Porto Ferreira C1/C2 em regime normal e em contingências simples na rede de 440 kV;

- Eleva a margem sistêmica para atendimento a solicitações de aumento de demanda de clientes das concessionárias de distribuição CPFL Paulista e Elektro;
- Efetua controle de fluxo passante na rede da CPFL Paulista, na LT 138 kV Ribeirão Preto – São Simão. Circuito este que integra a concessão dessa Distribuidora, bem como, proporciona desdobramentos positivos ao plano de duplicação da LT 138 kV Ribeirão Preto – Itaipava;
- Evita medidas de redespacho das UHEs Limoeiro, Euclides da Cunha, Caconde, Bariri e Barra Bonita recomendadas nos relatórios operativos com horizonte mensal e quadrimestral do ONS, de modo a evitar a desotimização do uso dos recursos de geração da região.

## 14.6 Formulários de Consultas sobre a Viabilidade de Expansões da Subestação

### SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

	<b>Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações</b>	Data: 20/02/2024
		Revisão:
		Página: 1 - 4

#### INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)

**ESTUDO:** Avaliação de Reforços na Rede DIT do Estado de SP – Região de São José do Rio Preto

#### ALTERNATIVA DE PLANEJAMENTO

**Subestação:** SE 138 kV São José do Rio Preto **Proprietária:** ISA - CTEEP

##### 1. Módulos de Manobra

<input type="checkbox"/>	EL	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:
<input type="checkbox"/>	CT	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:
<input type="checkbox"/>	IB	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:
<input type="checkbox"/>	IB	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:

##### 2. Módulos de Equipamentos

<input type="checkbox"/>	Transformadores	Quantidade:	Potência (MVA):	Tensão (kV):	Fase:
<input checked="" type="checkbox"/>	FACTS (M-SSSC)	Quantidade: 6	Potência (MVA): -	Tensão (kV): 138	Fase: 1Ø

##### 3. Diagrama unifilar

Em anexo ao final deste formulário.

##### 4. Observações:

4.1 – Consulta referente à viabilidade de expansão da subestação com um pátio de 138 kV

4.2 – Aplicação de dispositivos FACTS do tipo Compensador Estativo Síncrono Série modular (M-SSSC) com operação de 1800 A RMS em até 40°C, com a capacidade individual de injeção de  $\pm 5660$  V RMS. As soluções modulares de controle de fluxo de energia do tipo M-SSSC são compostas por “válvulas” instaladas em série com linhas existentes ou outros elementos do sistema para aumentar as transferências de energia através da mudança de reatância capacitiva ou indutiva, utilizando de conversores modulares multinível com IGBTs (VSC).

4.3 – Solução para LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto C1: Conexão série com os módulos de entrada de linha associados, totalizando **6 x dispositivos FACTS M-SSSC**, com capacidade de injetar até 5.660 V RMS.

4.4 – A tabela abaixo apresenta a quantidade módulo por etapa para LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto C1:

Circuito	Estágio 1: 2027 - 2037	Estágio 2: 2038
C1. LT Vot II – Us. Guarani – SJRP	1 M-SSSC / fase	2 M-SSSC / fase
	3 M-SSSC no total	6 M-SSSC no total

**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: 20/02/2024

Revisão:

Página: 2 - 4

### RESPOSTA ÀS INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDA PELA PROPRIETÁRIA DA INSTALAÇÃO)

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

#### 1. Módulos de Manobra

- |                          |    |             |              |          |
|--------------------------|----|-------------|--------------|----------|
| <input type="checkbox"/> | CT | Quantidade: | Tensão (kV): | Arranjo: |
| <input type="checkbox"/> | CT | Quantidade: | Tensão (kV): | Arranjo: |
| <input type="checkbox"/> | IB | Quantidade: | Tensão (kV): | Arranjo: |

#### 2. Módulos de Equipamentos

- |                                     |                 |               |                   |                  |          |
|-------------------------------------|-----------------|---------------|-------------------|------------------|----------|
| <input type="checkbox"/>            | Transformadores | Quantidade:   | Potência (MVA):   | Tensão (kV):     | Fase:    |
| <input checked="" type="checkbox"/> | FACTS (M-SSSC)  | Quantidade: 6 | Potência (MVA): - | Tensão (kV): 138 | Fase: 1Ø |

#### 3. Módulo de Infraestrutura Geral

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

#### 4. Outros

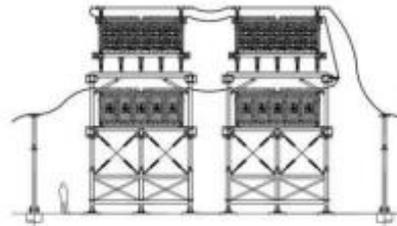
- Há necessidade de adequação do arranjo?  Sim Equipamentos Necessários: Haverá necessidade de \_\_\_\_\_  
 Não realocação de Bobina de Bloqueio e de TP e de instalação de Para-raios e de chave de lamina de aterramento.

**INFORMAÇÕES ADICIONAIS**

**5. Eletromecânico Design**



M-SSSC



Design Estrutural

M-SSSC					
Max Continuous Current (A RMS)	Max Voltage Injection* (V RMS)	Max 2 Hour Injection Current (A RMS)	Dimensions with Corona Rings (L x W x H) (cm)	Mass (kg)	Max 1 sec Fault Rating (kA RMS)
1800	± 5660	2160	528 x 229 x 219	7710	63

**6. Observações**

20/02/2024

Data da Solicitação

Thiago de Faria  
Rocha Dourado  
Martins

Assinado de forma digital por  
Thiago de Faria Rocha Dourado  
Martins  
Data: 2024.02.20 18:01:09 -0300

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

01/03/2024

Data da Entrega do Formulário

*Adriano Ramos Campos*

Assinatura do Responsável pelas Informações Solicitadas  
Nome: Adriano Ramos Campos  
Cargo: Engenheiro Estudos e Expansão



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

Data: 20/02/2024
Revisão:
Página: 4 - 4

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

PROJ.	REQD.	LOCAL, DE S. J. NO PROJTO	OBRA	
017	UNICOM S. J. NO PROJTO	<p style="font-size: small;">Investigação de viabilidade para 138 kV em subestação S. J. - 230 kV em Rio Preto - CE. Considera-se com a instalação de energia de uma subestação, considerando a disponibilidade de energia, com operação em regime de 230 kV.</p>		
EP				<p style="font-size: small;">LEGENDA</p> <p style="font-size: x-small;">— EXISTENTE</p> <p style="font-size: x-small;">— INSTALACAO</p>

	<p><b>Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações</b></p>	<p>Data: 20/02/2024</p> <hr/> <p>Revisão:</p> <hr/> <p>Página: 1 - 4</p>
---	---	--

**INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)**

**ESTUDO:** Avaliação de Reforços na Rede DIT do Estado de SP – Região de São José do Rio Preto

**ALTERNATIVA DE PLANEJAMENTO**

**Subestação:** SE 138 kV Votuporanga II    **Proprietária:** ISA - CTEEP

**1. Módulos de Manobra**

<input type="checkbox"/>	CT	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:
<input type="checkbox"/>	CT	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:
<input type="checkbox"/>	IB	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:
<input type="checkbox"/>	IB	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:

**2. Módulos de Equipamentos**

<input type="checkbox"/>	Transformadores	Quantidade:	Potência (MVA):	Tensão (kV):	Fase:
<input checked="" type="checkbox"/>	FACTs (M-SSSC)	Quantidade: 9	Potência (MVA): -	Tensão (kV): 138	Fase: 1Ø

**3. Diagrama unifilar**

Em anexo ao final deste formulário.

**4. Observações:**

4.1 – Consulta referente à viabilidade de expansão da subestação com um pátio de 138 kV

4.2 – Aplicação de dispositivos FACTs do tipo Compensador Estativo Síncrono Série modular (M-SSSC) com operação de 1800 A RMS em até 40°C, com a capacidade individual de injeção de ± 5660 V RMS. As soluções modulares de controle de fluxo de energia do tipo M-SSSC são compostas por "válvulas" instaladas em série com linhas existentes ou outros elementos do sistema para aumentar as transferências de energia através da mudança de reatância capacitiva ou indutiva, utilizando de conversores modulares multinível com IGBTs (VSC).

4.3 – Solução para LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto C2: Conexão série com os módulos de entrada de linha associados, totalizando **9 x dispositivos FACTs M-SSSC**, com capacidade de injetar até 5.660 V RMS.

4.4 – A tabela abaixo apresenta a quantidade módulo por etapa para LT 138 kV Votuporanga II – São José do Rio Preto C2:

Circuito	Estágio 1: 2027 - 2028	Estágio 2: 2029 - 2031	Estágio 3: 2032 - 2038
C2: LT <u>Vot II</u> -SIRP	1 M-SSSC / fase 3 M-SSSC no total	2 M-SSSC / fase 6 M-SSSC no total	3 M-SSSC / fase 9 M-SSSC no total

**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: 20/02/2024

Revisão:

Página: 2 - 4

### RESPOSTA ÀS INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDA PELA PROPRIETÁRIA DA INSTALAÇÃO)

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

#### 1. Módulos de Manobra

- |                          |    |             |              |          |
|--------------------------|----|-------------|--------------|----------|
| <input type="checkbox"/> | CT | Quantidade: | Tensão (kV): | Arranjo: |
| <input type="checkbox"/> | CT | Quantidade: | Tensão (kV): | Arranjo: |
| <input type="checkbox"/> | IB | Quantidade: | Tensão (kV): | Arranjo: |

#### 2. Módulos de Equipamentos

- |                                     |                 |               |                   |                  |          |
|-------------------------------------|-----------------|---------------|-------------------|------------------|----------|
| <input type="checkbox"/>            | Transformadores | Quantidade:   | Potência (MVA):   | Tensão (kV):     | Fase:    |
| <input checked="" type="checkbox"/> | FACTS (M-SSSC)  | Quantidade: 9 | Potência (MVA): - | Tensão (kV): 138 | Fase: 1Ø |

#### 3. Módulo de Infraestrutura Geral

- Há necessidade de aquisição de terreno?  Sim Área Prevista: 1600 m<sup>2</sup>\*  
 Não

#### 4. Outros

- Há necessidade de adequação do arranjo?  Sim Equipamentos Necessários: Haverá necessidade de  
 Não realocação de Bobina de Bloqueio e TP e de instalação de Para-raios e chave de lamina de aterramento.

\*O Projeto está previsto de ser realizado em três etapas onde cada uma prevê uma quantidade de área necessária para a implantação dos dispositivos, sendo o tamanho do terreno adicional ao existente atualmente em cada uma das seguintes etapas:

- 1ª Etapa: 800 m<sup>2</sup>
- 2ª Etapa: 0 m<sup>2</sup>
- 3ª Etapa: 800 m<sup>2</sup>

Totalizando 1600 m<sup>2</sup> ao final do projeto.

A área a ser adquirida atualmente já faz parte das faixas de servidão das chegadas de linhas da SE Votuporanga, ou seja, são áreas livres de uso ao sistema de transmissão.



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

Data: 20/02/2024

Revisão:

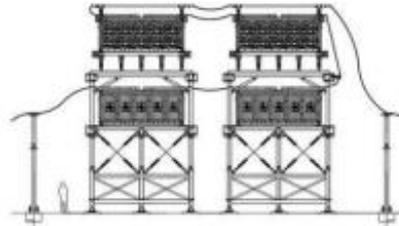
Página: 3 – 4

### INFORMAÇÕES ADICIONAIS

#### 5. Eletromecânico Design



M-SSSC



Design Estrutural

M-SSSC					
Max Continuous Current (A RMS)	Max Voltage Injection* (V RMS)	Max 2 Hour Injection Current (A RMS)	Dimensions with Corona Rings (L x W x H) (cm)	Mass (kg)	Max 1 sec Fault Rating (kA RMS)
1800	± 5660	2160	528 x 229 x 219	7710	63

#### 6. Observações

20/02/2024

Data da Solicitação

Thiago de Faria  
Rocha Dourado  
Martins

Assinado de forma digital por  
Thiago de Faria Rocha Dourado  
Martins  
Dados: 2024.02.20 18:01:21 -03'00'

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

01/03/2024

Data da Entrega do Formulário

*Adriano Ramos Campos*

Assinatura do Responsável pelas Informações Solicitadas  
Nome: Adriano Ramos Campos  
Cargo: Engenheiro Estudos e Expansão



	<b>Relatório de Viabilidade de Expansão de Subestações</b>	Data: 27/05/2024
		Revisão:
		Página: 1 - 4

**RESPOSTA ÀS INFORMAÇÕES BÁSICAS**

(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"/>	EL	Quantidade: 3	Tensão (kV): 138 kV	Arranjo: BD5 (Barra Dupla 5 Chaves)
<input type="checkbox"/>	CT	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:
<input type="checkbox"/>	IB	Quantidade:	Tensão (kV):	Arranjo:

**2. Módulos de Equipamentos**

<input checked="" type="checkbox"/>	FACTS (M-SSSC)	Quantidade: 9	Potência (MVA): -	Tensão (kV): 138	Fase: 1Ø
-------------------------------------	----------------	---------------	-------------------	------------------	----------

**3. Módulo de Infraestrutura Geral**

Há necessidade de aquisição de terreno?  Sim Área Prevista: \_\_\_\_\_  
 Não

**4. Outros**

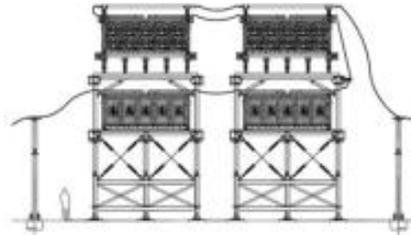
Há necessidade de adequação do arranjo?  Sim Equipamentos Necessários: Necessários: Seccionadora c/ lâmina terra  
 Não \_\_\_\_\_

**INFORMAÇÕES ADICIONAIS**

**5. Eletromecânico Design**



**M-SSSC**



**Design Estrutural**

M-SSSC					
Max Continuous Current (A RMS)	Max Voltage Injection <sup>a</sup> (V RMS)	Max 2 Hour Injection Current (A RMS)	Dimensions with Corona Rings (L x W x H) (cm)	Mass (kg)	Max 1 sec Fault Rating (kA RMS)
1800	± 5660	2160	528 x 229 x 219	7710	63

**6. Observações**



## Relatório de Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 27/05/2024

Revisão:

Página: 1 - 4

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

