



# **ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO**

## **ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA DE ALTERNATIVAS: RELATÓRIO R1**

*Atendimento às Regiões de Niterói,  
Magé e São Gonçalo*

**Fevereiro de 2021**

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)



GOVERNO FEDERAL  
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

**Ministério de Minas e Energia**

**Ministro**

Bento Costa Lima Leite de Albuquerque Júnior

**Secretária-Executivo do MME**

Marisete Fátima Dadald Pereira

**Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético**

Paulo César Magalhães Domingues

**Secretário de Energia Elétrica**

Rodrigo Limp Nascimento

**Secretário de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis**

José Mauro Ferreira Coelho

**Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral**

Alexandre Vidigal de Oliveira

# ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO

*Atendimento às regiões de Niterói,  
Magé e São Gonçalo*



*Empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.*

**Presidente**

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

**Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais**

Giovani Vitória Machado

**Diretor de Estudos de Energia Elétrica**

Erik Eduardo Rego

**Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis**

Heloisa Borges Bastos Esteves

**Diretor de Gestão Corporativa**

Ângela Regina Livino de Carvalho

**Coordenação Geral**

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira  
Erik Eduardo Rego

**Coordenação Executiva**

José Marcos Bressane

**Equipe Técnica**

Carolina Moreira Borges  
Daniel José Tavares de Souza  
Dourival de Souza Carvalho  
Fabiano Schmidt  
Lucas Simões de Oliveira  
Maxwell Cury Júnior  
Sérgio Felipe Falcão Lima

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

**Sede**

Esplanada dos Ministérios, Bloco U, Sl. 744  
70065-900 – Brasília – DF

**Escritório Central**

Praça Pio X, nº 54 - Centro  
20091-040 - Rio de Janeiro – RJ

**Nº EPE-DEE-RE-073/2019-rev2**

Data: 08/02/2021

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)

|   | <p><i>Contrato</i> _____</p> <p><i>Data de assinatura</i> _____</p>   |             |                          |      |                                  |      |  |      |  |
|---|---|-------------|--------------------------|------|----------------------------------|------|--|------|--|
| <p><i>Projeto</i></p> <p align="center"><b>ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO</b></p>  |   |             |                          |      |                                  |      |  |      |  |
| <p><i>Área de estudo</i></p> <p align="center"><b>Estudos do Sistema de Transmissão</b></p>   |   |             |                          |      |                                  |      |  |      |  |
| <p><i>Sub-área de estudo</i></p> <p align="center"><b>Análise Técnico-econômica</b></p>   |   |             |                          |      |                                  |      |  |      |  |
| <p><i>Produto (Nota Técnica ou Relatório)</i></p> <p>EPE-DEE-RE-073/2019-rev2      <b>Atendimento às regiões de Niterói, Magé e São Gonçalo</b></p> |   |             |                          |      |                                  |      |  |      |  |
| <p><i>Revisões</i></p>  | <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="399 1070 558 1120"><i>Data</i></th> <th data-bbox="558 1070 1414 1120"><i>Descrição sucinta</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="399 1120 558 1211">rev0</td> <td data-bbox="558 1120 1414 1211">23/10/2019      Emissão original</td> </tr> <tr> <td data-bbox="399 1211 558 1503">rev1</td> <td data-bbox="558 1211 1414 1503">28/08/2020      Compatibilização da alternativa recomendada com base em informações obtidas nos relatórios R3 e R5;<br/>Reposicionamento da subestação Sete Pontes 345/138 kV em razão de pendências fundiárias na localização originalmente proposta;<br/>Ajustes textuais.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="399 1503 558 1794">rev2</td> <td data-bbox="558 1503 1414 1794">08/02/2021      Modificação do arranjo recomendado para a SE Sete Pontes 345/138 kV, em virtude da confiabilidade provida pela tecnologia GIS;<br/>Adequações textuais.</td> </tr> </tbody> </table> | <i>Data</i> | <i>Descrição sucinta</i> | rev0 | 23/10/2019      Emissão original | rev1 | 28/08/2020      Compatibilização da alternativa recomendada com base em informações obtidas nos relatórios R3 e R5;<br>Reposicionamento da subestação Sete Pontes 345/138 kV em razão de pendências fundiárias na localização originalmente proposta;<br>Ajustes textuais. | rev2 | 08/02/2021      Modificação do arranjo recomendado para a SE Sete Pontes 345/138 kV, em virtude da confiabilidade provida pela tecnologia GIS;<br>Adequações textuais. |
| <i>Data</i>   | <i>Descrição sucinta</i>  |             |                          |      |                                  |      |  |      |  |
| rev0  | 23/10/2019      Emissão original  |             |                          |      |                                  |      |  |      |  |
| rev1  | 28/08/2020      Compatibilização da alternativa recomendada com base em informações obtidas nos relatórios R3 e R5;<br>Reposicionamento da subestação Sete Pontes 345/138 kV em razão de pendências fundiárias na localização originalmente proposta;<br>Ajustes textuais.  |             |                          |      |                                  |      |  |      |  |
| rev2  | 08/02/2021      Modificação do arranjo recomendado para a SE Sete Pontes 345/138 kV, em virtude da confiabilidade provida pela tecnologia GIS;<br>Adequações textuais.  |             |                          |      |                                  |      |  |      |  |
|   |   |             |                          |      |                                  |      |  |      |  |

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso)

## APRESENTAÇÃO

Este relatório apresenta o estudo de atendimento a Niterói, Magé e São Gonçalo, no qual foram comparados o desempenho técnico e econômico de alternativas de expansão para reforçar o atendimento elétrico a Niterói e região metropolitana, as quais correspondem ao centro de carga da distribuidora local.

A revisão 1 deste relatório foi necessária devido às incertezas fundiárias associadas ao terreno originalmente proposto para a nova SE Sete Pontes 345/138 kV. Após a emissão inicial do estudo, o proprietário do terreno demonstrou interesse em construir outro empreendimento no local, o que poderia vir a inviabilizar a construção e conexão entre as subestações. Com isso, buscando minimizar as incertezas e fornecer uma conexão alternativa, a subestação foi reposicionada em um terreno ao norte do originalmente proposto, em um local de propriedade da distribuidora local.

A revisão 2 deste relatório modificou o requisito de arranjos de barramentos para a SE Sete Pontes 345/138 kV, tendo em vista os ganhos de confiabilidade e menores taxas de falhas providas por subestações isoladas a gás (GIS).

As análises socioambientais da alternativa vencedora foram realizadas e documentadas na Nota Técnica NT-DEA 014/2019-rev1, a qual encontra-se anexada a este documento.

## Sumário

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Apresentação</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>Sumário</b> .....   | <b>2</b>  |
| <b>Índice de Figuras</b> .....   | <b>5</b>  |
| <b>Índice de Tabelas</b> .....   | <b>6</b>  |
| <b>Lista de Siglas e Abreviaturas</b> .....  | <b>7</b>  |
| <b>1 Introdução</b> .....  | <b>8</b>  |
| <b>2 Conclusões</b> .....  | <b>10</b> |
| <b>3 Recomendações</b> .....   | <b>12</b> |
| <b>4 Critérios e Premissas</b> .....   | <b>15</b> |
| 4.1 Parâmetros Econômicos .....  | 15        |
| 4.2 Perdas.....  | 15        |
| 4.3 Topologia e Mercado .....  | 16        |
| 4.4 Limites de Carregamento .....  | 17        |
| 4.5 Critérios de Segurança Sistêmica (N e N-1).....                                    | 17        |
| <b>5 Diagnóstico</b> .....   | <b>19</b> |
| <b>6 Descrição das Alternativas</b> .....  | <b>23</b> |
| 6.1 Obras comuns entre as alternativas .....   | 24        |
| 6.1.1 Solução referencial para a sobrecarga na LT São José – Imbariê, C1 e C2.....     | 24        |
| 6.2 Alt 1 – Reforços na rede existente de distribuição.....                            | 27        |
| 6.3 Alt 2 – Nova SE Guaxindiba 345/138 kV .....  | 28        |
| 6.4 Alt 3 – Nova SE Sete Pontes 345/138 kV .....                                       | 29        |
| 6.4.1 Alt 3A – LT Totalmente Aérea.....  | 30        |
| 6.5 Alt 4 – Reforços 138 kV via Sete Pontes .....                                      | 31        |
| 6.6 Alt 5 – Seccionamento em Venda das Pedras.....                                     | 32        |
| <b>7 Análise do Desempenho em Regime Permanente</b> .....                              | <b>33</b> |
| 7.1 Desempenho e dimensionamento das novas linhas frente a cenários prospectivos ..... | 36        |
| <b>8 Otimização das linhas de transmissão aéreas</b> .....                             | <b>41</b> |
| 8.1 Dados e Premissas .....  | 41        |
| 8.2 Critérios Para Análises Elétricas e Comparações Econômicas .....                   | 42        |
| 8.3 Avaliações Econômicas.....   | 43        |
| 8.3.1 Seleção dos cabos condutores.....  | 43        |
| 8.3.2 Análise de sensibilidade .....   | 43        |
| 8.4 Características Técnicas das Soluções de Referência.....                           | 44        |
| 8.4.1 Características elétricas.....   | 44        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 8.4.2     | Características construtivas .....  | 46        |
| <b>9</b>  | <b>Especificações básicas das linhas subterrâneas.....</b>  | <b>48</b> |
| 9.1       | Dados e Premissas .....   | 48        |
| 9.2       | Critérios Para Definição das Capacidades de Corrente.....   | 48        |
| 9.3       | Simulações e Dimensionamento .....  | 49        |
| 9.3.1     | Seleção das seções dos cabos .....  | 49        |
| 9.3.2     | Definição das capacidades operativas.....   | 50        |
| 9.4       | Características Técnicas das Soluções de Referência.....  | 51        |
| 9.4.1     | Características elétricas.....  | 51        |
| 9.4.2     | Características construtivas .....  | 51        |
| <b>10</b> | <b>Análise Econômica .....</b>  | <b>53</b> |
| 10.1      | Avaliação Preliminar.....   | 53        |
| 10.2      | Avaliação Final das Alternativas e Variantes .....  | 53        |
| <b>11</b> | <b>Energização e Rejeição de Carga .....</b>  | <b>57</b> |
| <b>12</b> | <b>Análise de Curto-Circuito .....</b>  | <b>61</b> |
| <b>13</b> | <b>Bibliografia .....</b>   | <b>63</b> |
| <b>14</b> | <b>Equipe Técnica .....</b>   | <b>64</b> |
| <b>15</b> | <b>Ficha PET.....</b>   | <b>65</b> |
| <b>16</b> | <b>Anexos .....</b>   | <b>68</b> |
| 16.1      | Anexo 1 - Parâmetros Elétricos .....  | 69        |
| 16.2      | Anexo 2 – Resultados de Fluxos de Potência.....   | 71        |
| 16.3      | Anexo 3 – Plano de Obras das Alternativas .....   | 73        |
| 16.3.1    | Alternativa 1 - Reforços na rede existente de distribuição .....  | 73        |
| 16.3.2    | Alternativa 2 - Nova SE Guaxindiba 345/138 kV .....   | 74        |
| 16.3.3    | Alternativa 3 - Nova SE Sete Pontes 345/138 kV .....  | 76        |
| 16.3.4    | Alternativa 3A - LT Totalmente Aérea.....   | 78        |
| 16.3.5    | Alternativa 4 - Reforços 138 kV via Sete Pontes .....   | 80        |
| 16.3.6    | Alternativa 5 – Seccionamento em Venda das Pedras .....   | 82        |
| 16.4      | Anexo 4 – Previsões de Mercado por Barramento – Região de Interesse .....                                 | 84        |
| 16.5      | Anexo 5 – Relatório ENEL Distribuição Rio – Memorial descritivo custos para recondução de LDs 138 kV..... | 88        |
| 16.6      | Anexo 6 – Consultas de Viabilidade de Expansão de Subestações .....                                       | 95        |
| 16.6.1    | SE Sete Pontes.....   | 95        |
| 16.6.2    | SE Venda das Pedras.....  | 101       |
| 16.6.3    | SE Comperj .....  | 109       |
| 16.7      | Anexo 7 – Diagramas Unifilares das Subestações .....  | 117       |
| 16.8      | Anexo 8 – Tabelas de comparação entre relatórios.....   | 119       |

|   |     |
|---|-----|
| 16.8.1 Tabela de comparação R1xR2 ..... | 119 |
| 16.8.2 Tabela de comparação R1xR4 ..... | 120 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1-1 - Sistema de atendimento às cargas de interesse .....  | 9  |
| Figura 3-1 - Representação simplificada da alternativa 3A .....   | 12 |
| Figura 4-1 - Evolução das cargas de interesse em função dos anos e patamares.....   | 17 |
| Figura 5-1 - Curva QxV - Sistema Niterói, Carga Pesada 2024 .....   | 20 |
| Figura 5-2 - Sobrecargas no eixo Adrianópolis – Alcântara e Venda das Pedras - Arsenal, Carga Pesada, 2024  | 22 |
| Figura 6-1 - Sistema analisado e eixos avaliados para as alternativas .....   | 23 |
| Figura 6-2 – Mudanças nos proprietários de ativos da região de Imbariê para implantação da solução original   | 24 |
| Figura 6-3 - Proximidade das linhas a serem seccionadas (em vermelho) com a SE Imbariê (em roxo).....   | 26 |
| Figura 6-4 - Localização da LT São José - Termorio (em amarelo) e proximidade com a SE Campos Eliseos (em roxo).....  | 26 |
| Figura 6-5 - Diagrama simplificado das principais obras da Alternativa 3.....   | 29 |
| Figura 6-6 - Diagrama simplificado das principais obras da Alternativa 3A.....  | 30 |
| Figura 6-7 - Diagrama simplificado das principais obras da Alternativa 4.....   | 31 |
| Figura 6-8 - Diagrama simplificado das principais obras da Alternativa 5.....   | 32 |
| Figura 7-1 - Caso dimensionador, Alternativa 3, Ano 2025 .....  | 34 |
| Figura 7-2 - Caso dimensionador, Alternativa 3, Ano 2034 .....  | 35 |
| Figura 7-3 - Caso dimensionador cenário prospectivo, 2 transformadores e 2 circuitos, condição normal .....   | 37 |
| Figura 7-4 - Caso dimensionador cenário prospectivo, 2 transformadores e 2 circuitos, contingência da LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes C1 ou C2 .....   | 38 |
| Figura 7-5 - Caso dimensionador cenário prospectivo, 3 transformadores e 3 circuitos, condição normal .....   | 39 |
| Figura 7-6 - Caso dimensionador cenário prospectivo, 2 transformadores e 2 circuitos, contingência da LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes C1 ou C2 .....   | 40 |
| Figura 8-1 Sensibilidade do carregamento no custo total da instalação .....   | 44 |
| Figura 8-2 - Dados técnicos básicos da LT 345 kV em CD .....  | 45 |
| Figura 8-3 - Dados técnicos básicos da LT 345 kV em CS.....   | 46 |
| Figura 9-1 Temperatura dos cabos da LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes, C1 e C2, trecho subterrâneo, na situação de contingência de um dos circuitos .....  | 50 |
| Figura 9-2 Temperatura dos cabos da LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes, C1 e C2, trecho subterrâneo, na situação de contingência de elemento instalado em local distinto dos cabos para um período de até 4 horas ..... | 51 |
| Figura 9-3 Representação esquemática da instalação dos cabos da LT 345 kV, C1 e C2.....   | 52 |
| Figura 9-4 Dados construtivos do cabo de alumínio 2000 mm <sup>2</sup> de 345 kV .....  | 52 |
| Figura 10-1 - Comparação preliminar das alternativas .....  | 53 |
| Figura 10-2 - Gráfico de comparação econômica de alternativas .....   | 55 |
| Figura 11-1 - Fluxos na rede de interesse, carga leve, cenário norte úmido, ano 2025.....   | 58 |
| Figura 11-2 - LT Venda das Pedras - Sete Pontes C1 – pré recomposição .....   | 59 |
| Figura 11-3 - Tensão de terminal aberto da LT Venda das Pedras - Sete Pontes C1.....  | 60 |
| Figura 16-1 - Caso dimensionador, Alternativa 3, Contingência LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes (C1 ou C2) Ano 2025 .....  | 71 |
| Figura 16-2 - Caso dimensionador, Alternativa 3, Contingência LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes (C1 ou C2), Ano 2034.....  | 72 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 3-1 - Plano de obras da alternativa 3A: Linhas de Transmissão de Rede Básica –2025.....               | 13 |
| Tabela 3-2 - Plano de obras da alternativa 3A: Subestações de Rede Básica e Fronteira - 2025 .....           | 13 |
| Tabela 3-3 - Plano de obras completo da alternativa 3A, Período 2024-2034 .....                              | 14 |
| Tabela 4-1 - Duração dos patamares de carga considerados no cálculo das perdas elétricas.....                | 16 |
| Tabela 8-1 Dados do ambiente .....   | 41 |
| Tabela 8-2 Dados para avaliação econômica .....  | 41 |
| Tabela 8-3 Dados do sistema – Fluxos para cálculo de perdas .....  | 42 |
| Tabela 8-4 Dados do sistema – Fluxos máximos observados para diferentes condições de operação .....          | 42 |
| Tabela 8-5 Configurações com menor custo total - Otimização conjunta .....                                   | 43 |
| Tabela 8-6 Características elétricas básicas da LT 345 kV em CD .....  | 44 |
| Tabela 8-7 Características elétricas básicas da LT 345 kV em CS .....  | 45 |
| Tabela 8-8 Coordenadas do centro do feixe da silhueta típica da LT 345 kV em CD.....                         | 46 |
| Tabela 8-9 Coordenadas do centro do feixe da silhueta típica da LT 345 kV em CS .....                        | 47 |
| Tabela 9-1 Dados do ambiente .....   | 48 |
| Tabela 9-2 Dados do sistema – Fluxos máximos observados para diferentes condições de operação .....          | 48 |
| Tabela 9-3 Temperaturas para diferentes cabos e condições de operação .....                                  | 49 |
| Tabela 9-4 Capacidades operativas definidas para a LT .....  | 50 |
| Tabela 9-5 Características elétricas básicas da LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes, C1 e C2 .....      | 51 |
| Tabela 10-1 - Alternativas avaliadas e seus valores presentes.....   | 54 |
| Tabela 10-2 - Rendimentos necessários e perdas das alternativas avaliadas .....                              | 54 |
| Tabela 10-3 - Custos totais (Rendimentos Necessários e Perdas Elétricas) das alternativas.....               | 55 |
| Tabela 11-1 - Tensões de Terminal Aberto (pu), Cenário Norte Úmido, Carga Leve 2025.....                     | 57 |
| Tabela 11-2 - Tensões de Terminal Aberto (pu) , Cenário Norte Seco, Carga Máxima 2034.....                   | 57 |
| Tabela 12-1 - Níveis de curto-circuito trifásico e relação X/R nas subestações da região de interesse .....  | 61 |
| Tabela 12-2 - Níveis de curto-circuito monofásico e relação X/R nas subestações da região de interesse ..... | 62 |
| Tabela 16-1 – Características das LTs – Alternativa 3A .....   | 69 |
| Tabela 16-2 - Parâmetros elétricos das LTs – Alternativa 3A (base de 100 MVA) .....                          | 69 |
| Tabela 16-3 - Parâmetros do novo transformador – Alternativa 3A.....   | 70 |
| Tabela 16-4 - Projeção de Demanda - Patamar de Carga Leve .....  | 84 |
| Tabela 16-5 - Projeção de Demanda - Patamar de Carga Média .....   | 85 |
| Tabela 16-6 - Projeção de Demanda - Patamar de Carga Pesada .....  | 86 |
| Tabela 16-7 - Projeção de Demanda - Patamar de Carga Máxima .....  | 87 |

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

|       |  |
|-------|--|
| ANEEL | Agência Nacional de Energia Elétrica                                     |
| C1    | Primeiro Circuito  |
| C2    | Segundo Circuito   |
| CD    | Circuito Duplo   |
| CS    | Circuito Simples   |
| CME   | Custo Marginal de Expansão   |
| DEE   | Diretoria de Estudos de Energia Elétrica da EPE                          |
| DEQ   | Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora               |
| ENEL  | Empresa de distribuição de energia elétrica com atuação na área estudada |
| EPE   | Empresa de Pesquisa Energética   |
| GIS   | <i>Gas Insulated Substation</i> - Subestação Isolada a Gás               |
| FEQ   | Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora            |
| LT    | Linha de Transmissão   |
| MMA   | Ministério do Meio Ambiente  |
| MME   | Ministério de Minas e Energia  |
| NCC   | Nível de Curto-Circuito  |
| NT    | Nota Técnica   |
| ONS   | Operador Nacional do Sistema Elétrico                                    |
| SE    | Subestação   |
| STE   | Superintendência de Transmissão de Energia Elétrica da EPE               |
| UTE   | Usina Termelétrica   |

## 1 INTRODUÇÃO

O atendimento às demandas de potência e energia das regiões metropolitanas vem se tornando um tema cada vez mais desafiador devido à tendência de verticalização das cidades, adensamento populacional, limitação de terrenos disponíveis para implantação de novas subestações e linhas de transmissão, além dos extensos prazos e custos de implantação de obras, devido aos desafios logísticos.

O atual sistema de atendimento às regiões de Niterói, Magé e São Gonçalo está ilustrado na Figura 1-1. Esse sistema teve início com tronco 69 kV Piabanha – Alcântara com comprimento de total de 81,9 km e construído em 1908. O suprimento à região de Magé/Niterói era feito pela LD Magé – Alcântara com 27,4 km, que fazia parte do tronco principal.

Com o crescimento das cargas na área metropolitana os suprimentos foram evoluindo em grandes eixos em 138 kV oriundos do Rio de Janeiro que desempenham papel análogo à transmissão, motivo este que fez com que a ANEEL os classificasse como DITs pelo Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico – MCPSE, através da Resolução Normativa 674 de 2015.

O eixo Adrianópolis – Alcântara atende à área metropolitana de Niterói/São Gonçalo, possui quatro circuitos e cerca de 76 km de extensão, suprimindo diversas subestações intermediárias. Já as cargas da área de Magé contam com dois circuitos provenientes de São José com cerca de 45 km e outros dois oriundos de Adrianópolis com cerca de 48 km. No total esses eixos atendem cerca de 1 milhão de unidades consumidoras e aproximadamente 2,8 milhões de habitantes.

Nesse contexto, o estudo visou diagnosticar e recomendar soluções estruturais para o sistema de transmissão e distribuição das regiões de Niterói, Magé e São Gonçalo, de modo a permitir o pleno atendimento à evolução das cargas nas regiões, que contam com uma previsão de demanda máxima de 1.243 MW em 2020 e estima-se que atinjam 2.110 MW até 2034.

Todas as alternativas propostas foram concebidas e avaliadas em consonância com as diretrizes de evolução do Sistema Interligado Nacional, e atendendo aos critérios vigentes de confiabilidade, robustez e flexibilidade, procurando também, com o escalonamento de sua implantação, minimizar o arrependimento, caso as premissas adotadas não se materializem integralmente.



**Figura 1-1 - Sistema de atendimento às cargas de interesse**

## 2 CONCLUSÕES

As análises realizadas reforçaram a necessidade de reforços na rede elétrica que atende os municípios de Niterói, Magé e São Gonçalo. Foram estudadas alternativas para solucionar os problemas identificados, possibilitar a evolução adequada do sistema de interesse e equilibrar a solução de problemas elétricos com a modicidade tarifária e mínimo impacto socioambiental possível.

Foram estudadas quatro alternativas principais e diversas variantes associadas a cada uma delas, comparando soluções via novos pontos de Rede Básica e via reforços na Rede de Distribuição. As soluções avaliadas podem ser divididas em dois grandes eixos de atendimento, o primeiro oriundo das SEs Adrianópolis e São José, contornando a Baía de Guanabara, e o segundo eixo tendo como ponto de partida a SE Venda das Pedras 345/138 KV, que atende às cargas da região de Niterói e sul de São Gonçalo. Cada uma das regiões possui características elétricas e socioambientais distintas, dentre elas, disponibilidade de terrenos, invasões de faixas de servidão, impactos ambientais e topografia.

De maneira geral expansões do sistema de transmissão e distribuição de grandes cidades são extremamente desafiadoras devido à limitação de terrenos, custos de implantação de obras e a complicações logísticas associadas.

Dados os elevados custos de instalação das linhas subterrâneas e sua menor capacidade de transmissão de potência em relação a uma linha aérea, a EPE buscou um traçado alternativo, a ser detalhado nos relatórios R3 e R5, o qual poderá permitir a implantação da LT Venda das Pedras – Sete Pontes com uma configuração integralmente aérea (Alternativa 3A) o que trará benefícios elétricos e financeiros para o Sistema Elétrico Brasileiro. No entanto, cumpre ressaltar que, devido a restrições socioambientais, em alguns trechos desta LT poderá ser necessária a redução da faixa de segurança, o que pode ser feito, por exemplo, através da redução do tamanho dos vãos entre estruturas.

Durante a avaliação econômica realizada neste trabalho ficou evidenciado o elevado custo das perdas na valoração das alternativas, chegando a representar aproximadamente 56% do custo total de determinadas alternativas, fazendo com que alternativas de distribuição que possuem inerentemente perdas maiores, passem a se tornar pouco competitivas frente às suas contrapartes de Rede Básica.

Por fim, a solução proposta (Alternativa 3) que consiste em uma nova subestação de rede básica contígua à SE Sete Pontes 138 kV e interligada à Subestação Venda das Pedras trará grandes ganhos de confiabilidade e qualidade no atendimento às cargas, reduzirá as perdas elétricas do sistema e permitirá o pleno atendimento ao crescimento do mercado consumidor das regiões.

Optou-se por indicar que a nova SE 345/138 kV Sete Pontes seja expansão da SE 138 kV da ENEL, sendo o setor de 345 kV uma GIS. Esta indicação se deve ao fato de que a nova SE de rede básica estará localizada em terreno contíguo à atual SE da distribuidora, a qual possui viabilidade de expansão. Uma nova SE 138 kV GIS implicaria em custos mais elevados sem benefício em termos de expansão

atual e futura. Além disso, como a área disponível para implantação da nova SE 345/138 kV é limitada, implantar um pátio 138 kV GIS dificultaria o arranjo físico da SE como um todo.

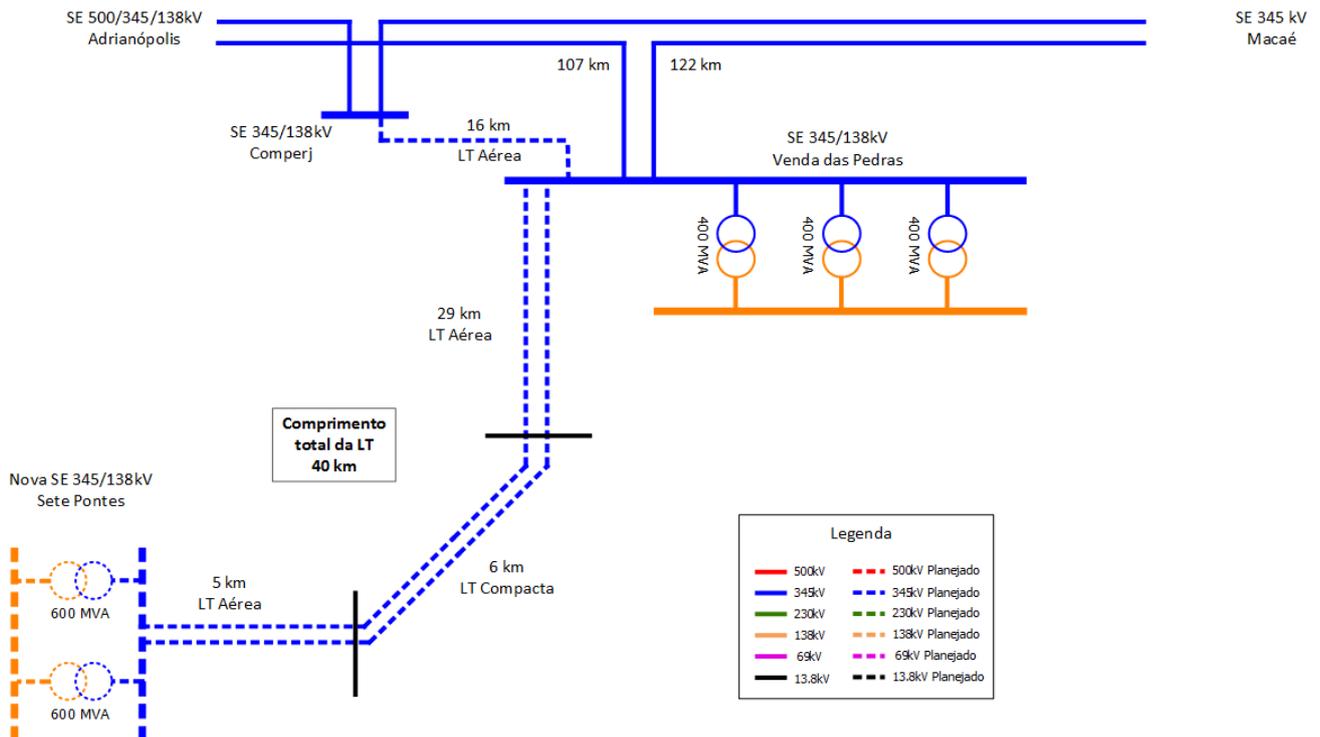
Após a elaboração dos relatórios complementares, notadamente o R3 e o R5, tornou-se possível obter uma visão clara dos condicionantes socioambientais para a implantação das alternativas 3 e 3A, originalmente propostas na emissão original desse estudo. Com isso, a partir da revisão 1, a alternativa 3A tornou-se a solução referencial para o atendimento a Niterói, Magé e São Gonçalo.

Visando um tratamento isonômico em relação aos requisitos básicos para arranjos de barramentos adotados para outras soluções GIS recentemente licitadas, bem como a modicidade tarifária, optou-se por modificar o arranjo de barramento recomendado para a SE Sete Pontes 345/138 kV de Barra Dupla a Quatro Chaves (BD4) para Barra Dupla a Três Chaves (BD3). Tal modificação é possível graças à confiabilidade, flexibilidade operativa e disponibilidade apresentadas naturalmente por soluções envolvendo subestações isoladas a gás SF<sub>6</sub>.

### 3 RECOMENDAÇÕES

Com base nas análises efetuadas, recomenda-se:

- 1) A implantação do plano de obras da Alternativa 3A, conforme descrito na Tabela 3-1 e Tabela 3-2. A representação esquemática da alternativa está ilustrada na Figura 3-1.



**Figura 3-1 - Representação simplificada da alternativa 3A**

- 2) A implantação das obras de distribuição detalhadas no Plano de Obras da Alternativa 3A, pela ENEL-RJ. Além disso, recomenda-se que a distribuidora busque implementar soluções provisórias para garantir o desempenho adequado do sistema de distribuição até a entrada em operação das demais obras recomendadas neste estudo.
- 3) Que a SE Sete Pontes 345 kV seja implantada usando a tecnologia GIS com área de aproximadamente 10.000 m<sup>2</sup>, dada a limitação de espaço para sua implantação. Quanto às expansões futuras, recomenda-se os vãos e equipamentos estejam dispostos de tal forma que se tenha viabilidade de expansão para um terceiro transformador 345/138 kV e uma terceira entrada de linha em 345 kV, conforme indicado nas figuras do item 16.7.
- 4) Que a EPE e ENEL – RJ prossigam com a avaliação da solução estrutural para o eixo São José – Imbariê – Campos Elíseos, a primeira avaliando o impacto e harmonização da solução

com as avaliações do GT- Níveis de Curto Circuito na Área Rio, e a segunda detalhando as adequações necessárias nas subestações e linhas de distribuição de sua propriedade.

- 5) Que parte dos trechos aéreos da LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes, C1 e C2, em circuito duplo (CD), tenham a largura da faixa de segurança reduzida, por conta de restrições socioambientais. Para tal, algumas soluções podem ser adotadas, como por exemplo a utilização de estruturas convencionais com vãos menores, a depender da faixa de segurança necessária.
- 6) Que a ENEL-RJ avalie a adequação da SE Sete Pontes 69 kV e/ou conversão das LDs 69 kV Sete Pontes – São Lourenço, C1 e C2, e Sete Pontes – Alcântara, C1, em circuitos de 138 kV, afim de maximizar o uso do novo ponto de fronteira proposto.

**Tabela 3-1 - Plano de obras da alternativa 3A: Linhas de Transmissão de Rede Básica –2025**

| <b>Obras referentes a Linhas de Transmissão</b> |                  |                                     |                      |                    |
|---|------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------|
| <b>Origem</b>                                   | <b>Destino</b>   | <b>Circuito</b>                     | <b>Extensão (km)</b> | <b>Tensão (kV)</b> |
| Venda das Pedras                                | Sete Pontes      | Duplo - 3x795MCM                    | 29                   | 345                |
| Venda das Pedras                                | Sete Pontes      | Duplo com vãos reduzidos - 3x795MCM | 6                    | 345                |
| Venda das Pedras                                | Sete Pontes      | Duplo - 3x795MCM                    | 5                    | 345                |
| Comperj   | Venda das Pedras | Simplex – 3x795MCM                  | 16                   | 345                |

**Tabela 3-2 - Plano de obras da alternativa 3A: Subestações de Rede Básica e Fronteira - 2025**

| <b>Obras referentes a Subestações</b> |                    |                                  |                                |   |
|---------------------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------------------|---|
| <b>Nome</b>                           | <b>Tensão (kV)</b> | <b>Arranjo de Barras</b>         | <b>Equipamentos Principais</b> |   |
|                                       |                    |                                  | <b>Qtde</b>                    | <b>Descrição</b>  |
| Comperj                               | 345                | DJM                              | 1                              | Módulo de Infraestrutura Geral para Acessante           |
|                                       |                    |                                  | 1                              | Módulo de Interligação de Barras                        |
|                                       |                    |                                  | 1                              | Módulo de Entrada de Linha                              |
| Venda das Pedras                      | 345                | DJM                              | 1                              | Módulo de Infraestrutura Geral para Acessante           |
|                                       |                    |                                  | 2                              | Módulo de Interligação de Barras                        |
|                                       |                    |                                  | 3                              | Módulos de Entrada de Linha                             |
| Sete Pontes Rede Básica               | 345                | BD3                              | 1                              | Módulo de Infraestrutura Geral                          |
|                                       |                    |                                  | 2                              | Módulos de Entrada de Linha                             |
|                                       |                    |                                  | 2                              | Módulos de Conexão de Transformador                     |
|                                       |                    |                                  | 2                              | Módulos de Conexão de Reator de Linha sem Disjuntor     |
|                                       |                    |                                  | 3                              | Módulos de Conexão de Reator de Barra                   |
|                                       | 1                  | Módulo de Interligação de Barras |                                |   |
|                                       | 345/138            | -                                | 7                              | Unidades de Transformadores Monofásicos de 200 MVA cada |
|                                       | 138                | BPT                              | 2                              | Módulos de Conexão de Transformador                     |

O plano de obras completo da alternativa 3A está apresentado na Tabela 3-3.

Tabela 3-3 - Plano de obras completo da alternativa 3A, Período 2024-2034

| Obra  | Ano  | Descrição  | Justificativa  |
|---|------|--|--|
| <b>SECC LT 138 kV TERMORIO - SÃO JOSÉ, C1 e C2 (CD), NA SE CAMPOS ELÍSEOS (Nova)*</b>                               | 2024 | Circuito Duplo 138 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 0,7 km<br>Circuito Duplo 138 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 0,7 km                 | *Obra referencial, passível de reavaliação.<br>Solução estrutural para a DIT São José - Imbariê 138 kV*.         |
| <b>SE 345/138 kV Sete Pontes (Nova)</b>   | 2025 | 1º e 2º ATF 345/138 kV, (6+1R) x 200 MVA 1Φ  | Atendimento às cargas de Niterói, Magé e São Gonçalo.  |
| <b>LT 345 kV VENDA DAS PEDRAS - SETE PONTES, C1 e C2 (CD) (Nova)</b>  | 2025 | Circuito Duplo 345 kV, 3 x 795 MCM (TERN), 34 km<br>Circuito Duplo com vãos reduzidos 345 kV, 3 x 795 MCM (TERN), 6 km | Atendimento às cargas de Niterói, Magé e São Gonçalo.  |
| <b>SECC LT 138 kV ADRIANÓPOLIS - ALCÂNTARA, C1 e C2 (CD), NA SE ITAMBI (Nova)</b><br><b>SE 138 kV ITAMBI (Nova)</b> | 2025 | Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (TERN), 1 km<br><br>Nova SE Itambi (Enel)   | Conexão da carga de Itambi   |
| <b>LT 345 kV COMPERJ - VENDA DAS PEDRAS, C1 (Nova)</b>  | 2025 | Circuito Simples 345 kV, 3 x 795 MCM (RAIL), 16 km   | Atendimento ao critério 'N-1' nas contingências da rede de 345 kV da região.                                     |
| <b>SE 138 kV SETE PONTES ENEL (Ampliação/Adequação)</b>   | 2030 | 1º Capacitor em Derivação 138 kV, 1 x 100 Mvar 3Φ  | Suporte de tensão em função do crescimento de carga  |
| <b>SE 138 kV ALCÂNTARA (Ampliação/Adequação)</b>  | 2030 | 1º Capacitor em Derivação 138 kV, 1 x 100 Mvar 3Φ  | Suporte de tensão em função do crescimento de carga  |
| <b>LT 138 kV ADRIANÓPOLIS - ALCÂNTARA, C1 (Ampliação/Adequação)</b>   | 2033 | Circuito Simples 138 kV, 2 x 795 MCM (TERN), 33 km<br>Desmobilização de 33km da LT atual                               | Sobrecarga em condição normal da LT 138 kV Adrianópolis - Alcântara, no circuito que atende a Parada Angélica.   |
| <b>SE 138 kV PARADA ANGÉLICA ANTIGA E NOVA (Ampliação/Adequação)</b>  | 2034 | Remanejamento de carga   | Sobrecarga em condição normal da LT 138 kV Adrianópolis - Alcântara, no circuito que atende a Parada Angélica 2. |

## 4 CRITÉRIOS E PREMISSAS

De forma a definir o comportamento de longo prazo do sistema para cada alternativa analisada foi estabelecido como período de estudo os anos de 2025 a 2034.

Para elaboração da documentação necessária para se recomendar à ANEEL uma nova instalação de transmissão integrante da Rede Básica foram consideradas as diretrizes constantes no documento “Diretrizes para Elaboração dos Relatórios Técnicos Referentes às Novas Instalações da Rede Básica” [1], da EPE.

Os critérios e procedimentos adotados neste estudo também estão de acordo com o documento “Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão dos Sistemas de Transmissão - CCPE/CTET” [2].

### 4.1 Parâmetros Econômicos

Os custos dos equipamentos das alternativas analisadas foram atualizados com base no documento Custos Modulares da ANEEL – Maio de 2019 (EPE-DEE-IT-054/2019) [3], sendo a comparação econômica realizada pelo Método dos Rendimentos Necessários, e a seleção da alternativa pelo conceito de mínimo custo global.

Para comparação econômica, foi considerada uma taxa de retorno de 8% a.a., ano base de referência 2020, ano horizonte 2034 e tempo de vida útil das instalações de 30 anos, adotando-se margem de 5 % como balizadora para definir a equivalência econômica de alternativas.

### 4.2 Perdas

A valoração das perdas elétricas foi realizada com base no custo marginal de expansão médio calculado em [4], cujo valor foi de 233,95 R\$/MWh.

Foram utilizados para o cálculo das perdas seis casos de fluxo de potência, sendo a combinação dos três patamares de carga, e dos cenários Norte Úmido e Norte Seco, com duas permanências ponderadas entre patamares e cenários.

Nos cenários de geração, foi considerada uma permanência de 7 meses para os cenários de hidrologia desfavorável (Seco) e 5 meses para os cenários de hidrologia favorável (Úmido). Já a duração dos patamares de carga está representada na Tabela 4-1, de forma que cada patamar teve sua duração referenciada à respectiva participação semanal.

Tabela 4-1 - Duração dos patamares de carga considerados no cálculo das perdas elétricas

| Patamar de Carga | Duração   | Seg - Sáb              | Dom/Fer                | Semana      | Permanência   |
|------------------|-----------|------------------------|------------------------|-------------|---------------|
| Pesada           | 3h        | 18h - 21h              | -                      | <b>18h</b>  | <b>10,71%</b> |
| Média            | 14h       | 07h - 18h<br>21h - 24h | 17h - 22h              | <b>89h</b>  | <b>52,98%</b> |
| Leve             | 7h        | 00h - 07h              | 00h - 17h<br>22h - 24h | <b>61h</b>  | <b>36,30%</b> |
| <b>Total</b>     | <b>24</b> |                        |                        | <b>168h</b> |               |

### 4.3 Topologia e Mercado

As simulações de fluxo de potência foram atualizadas tomando como base os casos de fluxo de potência do Plano Decenal de Energia (PDE) 2029, onde os dados de mercado do estado das regiões de Niterói e Magé foram atualizados com as informações recentes disponíveis, bem como com informações das demandas máximas locais.

As projeções de demanda até o ano de 2031 foram informadas pela distribuidora local em função da solicitação de dados usualmente feita para elaboração do Plano Decenal e houve um trabalho conjunto entre a EPE e a ENEL para estimar a projeção de cargas da região de interesse até 2034, de modo contemplar nas simulações elétricas os dez primeiros anos de operação do sistema estudado.

A Figura 4-1 apresenta a evolução da carga global das cargas das regiões estudadas para os três patamares de carga e a carga máxima local.

### Evolução das cargas de interesse

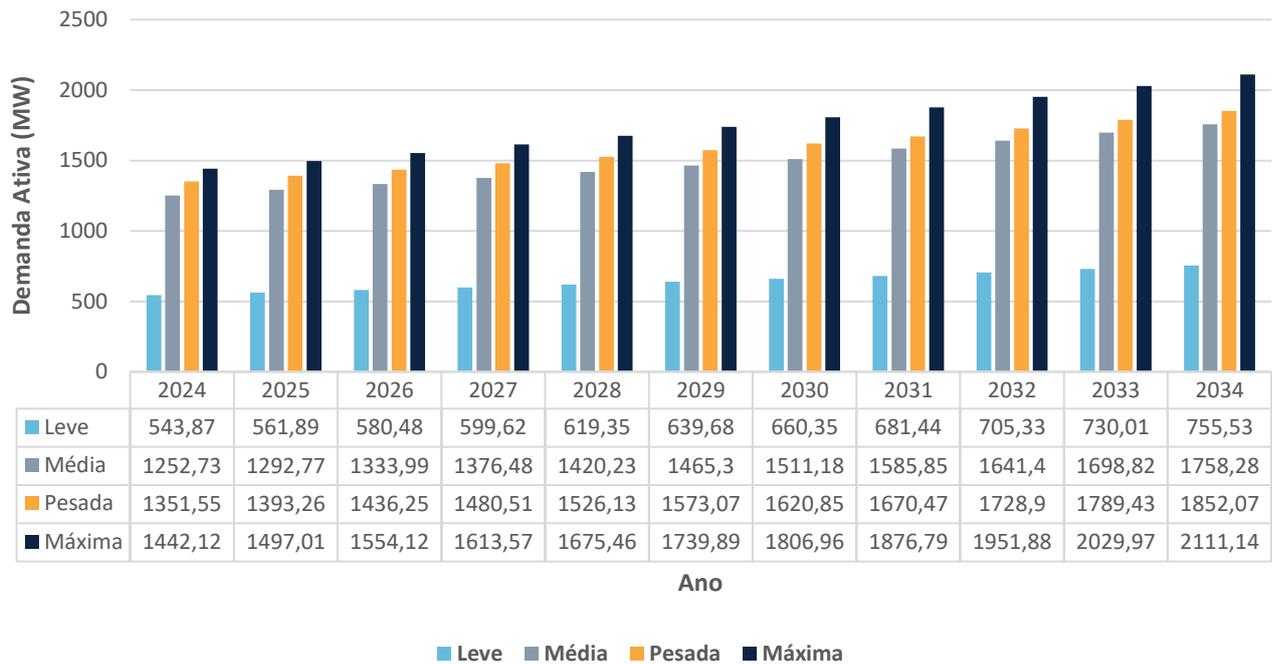


Figura 4-1 - Evolução das cargas de interesse em função dos anos e patamares

#### 4.4 Limites de Carregamento

Os limites de carregamento das linhas e transformadores existentes, para as condições de operação normal e de emergência de curta duração, são os valores informados nos Contratos de Prestação de Serviços de Transmissão (CPST).

Para as linhas de transmissão futuras deverão ser utilizados valores definidos no processo de licitação/autorização e informados pelos agentes ou por valores típicos definidos pela EPE. Os transformadores novos consideraram limite de emergência de 120% por 4 horas.

Para outros elementos, foram adotados os limites operativos indicados nos seguintes documentos:

- Procedimentos de Rede – “Submódulo 2.3 Requisitos mínimos para transformadores e para subestações e seus equipamentos”;
- Procedimentos de Rede – “Submódulo 23.3 Diretrizes e Critérios Para Estudos Elétricos”.

#### 4.5 Critérios de Segurança Sistêmica (N e N-1)

A ENEL-RJ, através da carta 001/2019, solicitou à EPE que as avaliações deste estudo fossem realizadas levando em consideração o critério de confiabilidade “N-1” para o sistema de distribuição, dada a importância das cargas regionais. Esse tema foi debatido nas diversas reuniões de trabalho

durante o estudo, onde os participantes elencaram os desafios do planejamento e da execução de obras, tanto na distribuição quanto na rede básica.

Tendo em vista a autonomia das distribuidoras para implantarem seus planos de obras de acordo com suas estratégias empresariais, a ausência de indicadores regulatórios que tratem desse tema (há apenas métricas indiretas, como os limites regulatórios de DEC e FEC) e a falta, nesse momento, de dispositivos regulatórios para a obrigação de execução de obras de interesse sistêmico por parte das distribuidoras, a EPE se propôs a realizar somente diagnósticos de desempenho e elencar, de maneira separada à análise econômica, as obras necessárias para o atendimento ao critério "N-1" na distribuição, de modo a não influenciar na análise do mínimo custo global.

Com as obras elencadas desta forma, a EPE entende que a ENEL-RJ tem total liberdade para implantar os reforços necessários para prover seu sistema do nível de confiabilidade que a distribuidora julgar pertinente.

## 5 DIAGNÓSTICO

Conforme descrito na Introdução deste relatório, o sistema de atendimento a Niterói e Magé passou por diversas evoluções ao longo do tempo. Inicialmente, o sistema era suprido por uma linha de 69 kV com origem na SE Magé passando por Alcântara e chagando ao centro de Niterói. O sistema de 69 kV, contendo estruturas com mais de 100 anos, ainda se encontra em operação e desempenha um papel importante para o atendimento das cargas da região de Itambi e alguns cliente grupo A. Posteriormente, foi implementado um sistema de 138 kV, de aproximadamente 70 km, oriundo das subestações de Rede Básica SE Adrianópolis e SE São José, ambas localizadas no município de Duque de Caxias – RJ.

Durante os ciclos passados do Plano Decenal de Energia e do Plano de Ampliações e Reforços foram constatadas sobrecargas futuras nas linhas 138 kV Adrianópolis – Alcântara, conforme detalhado na Carta ENEL nº 034 /2017. Desta forma, a EPE iniciou um estudo avaliação técnico-econômica e socioambiental para avaliar soluções estruturais para região.

Importante salientar que, durante as análises técnicas realizadas, a EPE e ENEL constataram que a SE Itambi, que seccionaria os 4 circuitos da LD 138 kV Adrianópolis – Alcântara, e seria suprida também por uma LD 138 kV Venda das Pedras – Itambi, CD, originalmente concebida para amenizar os problemas da região, era pouco eficaz para solucionar as sobrecargas no longo prazo para os trechos compreendidos entre Adrianópolis 138 kV a Itambi e ainda ocasionavam sobrecargas sustentadas para os trechos de linha de 138 kV compreendidos entre Itambi – Portão do Rosa – Alcântara e Itambi – Guaxindiba – Alcântara, além de subtensões nos principais barramentos do sistema de Niterói.

Devido ao descrito acima, esta obra foi retirada do plano de obras da distribuidora que passou por uma completa revisão e com as atuais projeções de geração do Plano Decenal de Energia 2029 e utilizando a demanda máxima do sistema de Niterói e Magé foram identificadas as seguintes criticidades ao longo dos anos de análise (desconsiderando a obra de Venda das Pedras Elecnor – Itambi 138 kV):

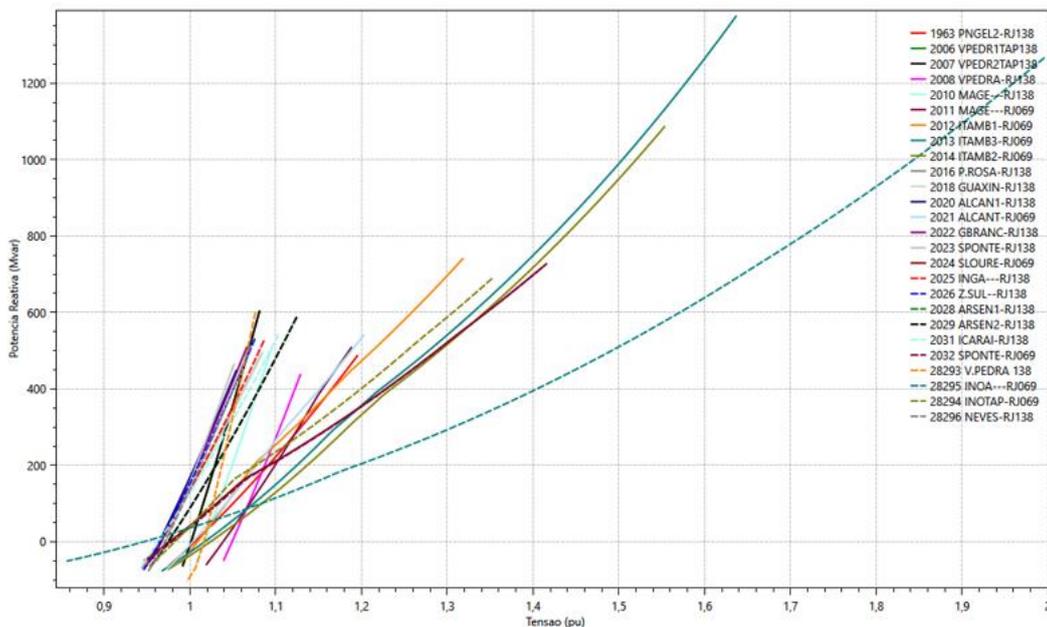
Com as atuais projeções de cargas e geração do Plano Decenal de Energia 2029, foram identificadas as seguintes situações ao longo dos anos de análise:

- Subtensões em SEs relevantes na região de interesse (Galo Branco, Sete Pontes, Alcântara, Zona Sul e Ingá) a partir do ano inicial da análise realizada (2024);
- Sobrecargas elevadas nas linhas de distribuição, Itambi – P. Rosa e Itambi – Guaxindiba, a partir de 2023 ( $\approx 35\%$ ) a  $\approx 80\%$  (2030);
- Sobrecargas moderadas nas linhas de distribuição, P. Rosa – Alcântara e Alcântara – Guaxindiba, a partir de 2029 ( $\approx 10\%$ ).

Na Figura 5-2 estão indicadas as sobrecargas em duas linhas de distribuição do eixo Adrianópolis – Alcântara, as quais suprem as cargas da SE Parada Angélica e seguem por mais 50 km até a

SE Alcântara. As sobrecargas identificadas se intensificam com o crescimento do mercado da região ao longo dos anos. Também estão indicadas as sobrecargas das linhas que ligam a SE Venda das Pedras à SE Arsenal; o desempenho dessa linha, além de se tornar mais crítico com o passar do tempo, sofre um agravante pela ausência de capacidade de emergência de curta duração ( $C_N = C_E$ ), ou seja, durante contingências simples das LTs da Rede Básica, os fluxos são ainda mais críticos.

Outro ponto que é importante frisar e que demonstra o elevado grau de deterioração do sistema de 138 kV e 69 kV de Niterói e Magé é a curva QxV ilustrada na Figura 5-3 a seguir onde é possível vislumbrar o elevado valor de compensação reativa para prover uma elevação tênue dos valores de tensão nos barramentos 138 kV e 69 kV:



**Figura 5-1 - Curva QxV - Sistema Niterói, Carga Pesada 2024**

Após as análises prévias realizadas, a primeira alternativa proposta para solucionar as criticidades encontradas via distribuição foi considerando os recondutoramentos dos circuitos em sobrecarga, entretanto, como foi explicitado anteriormente, os pontos de suprimento da região se encontram distantes do centro de carga o que maximiza as perdas do sistema, subtensões dos barramentos e carregamentos das linhas de transmissão o que eleva de sobremaneira o escopo das obras da solução via distribuição.

Outra adversidade constatada durante as análises, foram os problemas sociais devido ao alto crescimento populacional da região nos últimos anos. Diversas linhas do sistema de 138 kV e 69 kV da região tiveram suas faixas de servidão invadidas, impossibilitando o recondutoramento dos circuitos em sobrecarga (impossibilidade de desligamento e construção de variante), desta forma, a maioria das soluções para as criticidades encontradas teriam que utilizar a concepção de lançamento de circuitos subterrâneos.

Após a aferição de diversas possibilidades, ficou claro que a os recondutoramentos se tornaram pouco efetivos e que a região necessitaria de um ponto de suprimento mais próximo possível do seu centro de carga, possibilitando uma redução drástica dos carregamentos das linhas de 138 kV existentes, e consequentemente das perdas técnicas.

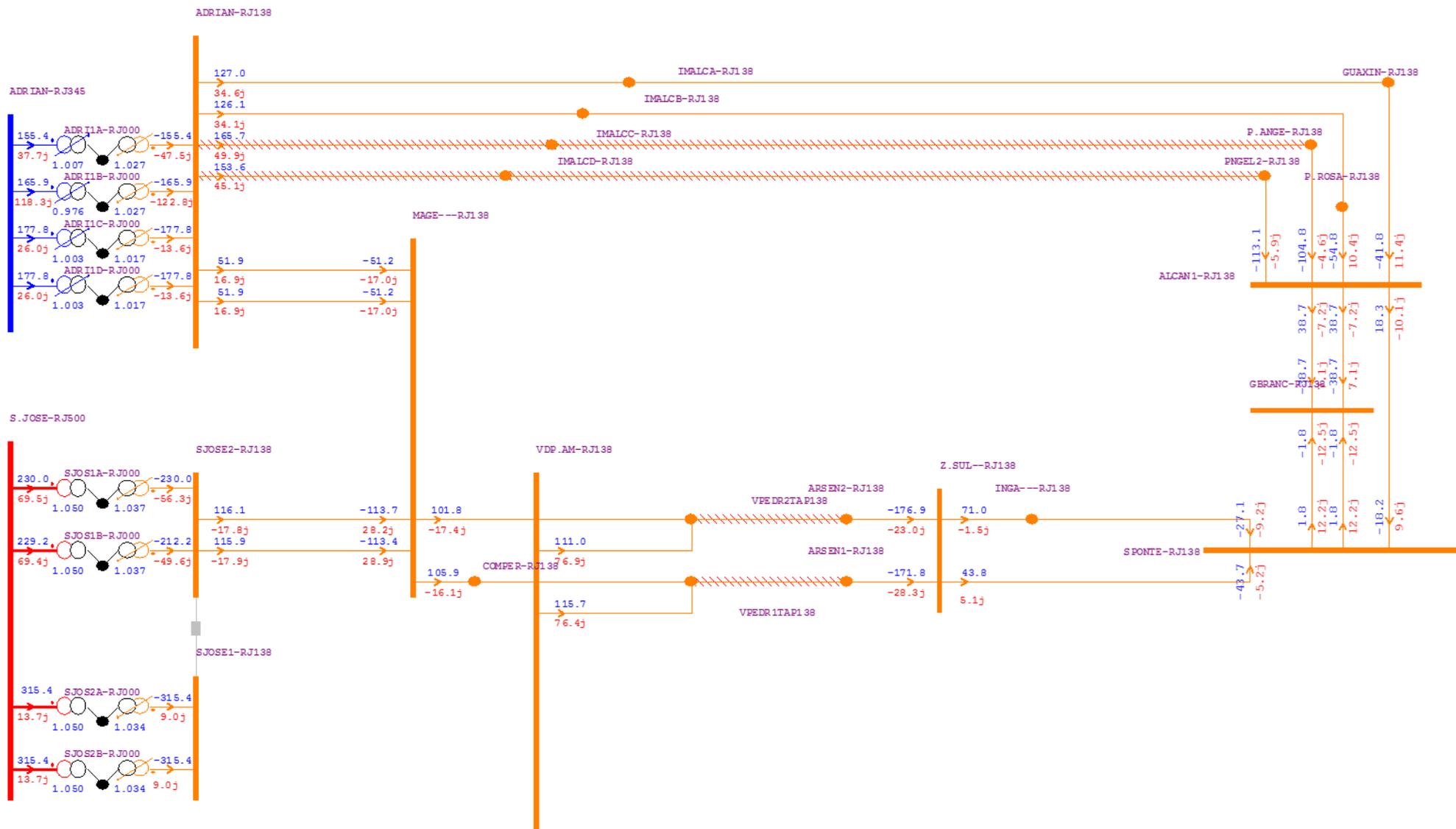


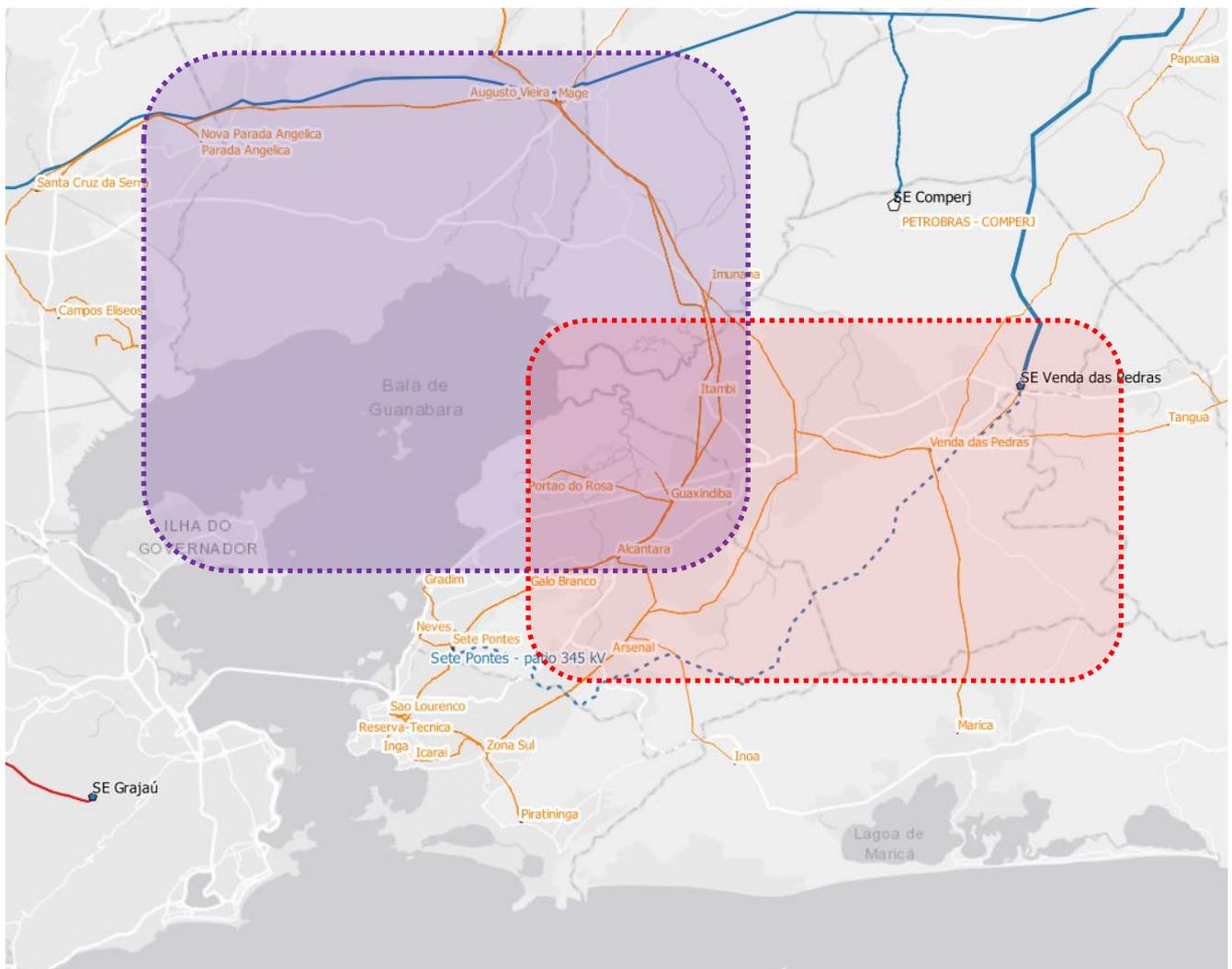
Figura 5-2 - Sobrecargas no eixo Adrianópolis – Alcântara e Venda das Pedras - Arsenal, Carga Pesada, 2024

## 6 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS

Após o diagnóstico dos problemas, foram concebidas alternativas para solucionar as violações identificadas. Conceitualmente, de modo fosse feita uma avaliação neutra do ponto de vista Rede Básica × Rede de Distribuição, buscou-se, para cada plano de obras, encontrar seu análogo em outro nível de tensão.

Foram avaliadas soluções em dois grandes eixos de atendimento às cargas, o primeiro, destacado em roxo na Figura 6-1 é oriundo das SEs Adrianópolis e São José, contorna a Baía de Guanabara via linhas em 138 kV. Já o segundo, destacado em vermelho, parte da SE Venda das Pedras 345/138 KV e supre diversas cargas da região sul de São Gonçalo e Niterói.

Cada uma das regiões possui características elétricas e socioambientais distintas, dentre elas, disponibilidade de terrenos, invasões de faixas de servidão, impactos ambientais e topografia.



**Figura 6-1 - Sistema analisado e eixos avaliados para as alternativas**

## 6.1 Obras comuns entre as alternativas

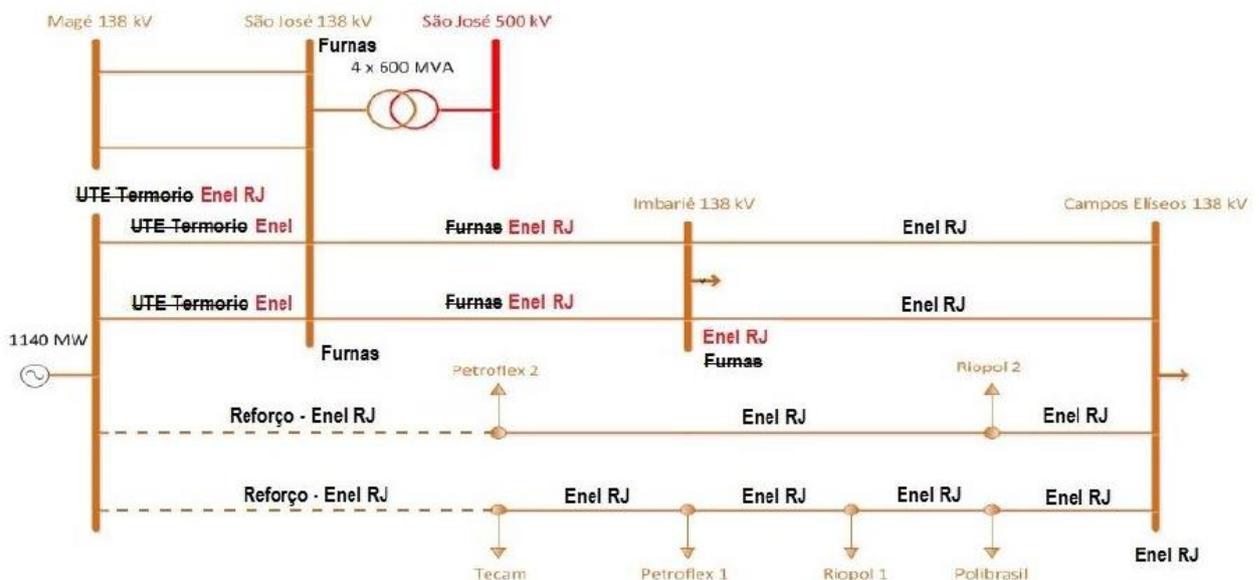
### 6.1.1 Solução referencial para a sobrecarga na LT São José – Imbariê, C1 e C2

O suprimento a região de Imbariê é efetuado por meio de dois circuitos em 138 kV oriundos da Subestação São José 500/138 kV, sendo estas linhas atualmente classificadas como DIT (Demais Instalações de Transmissão), de propriedade de Furnas.

Em função do grande número de consumidores atendidos a partir de Imbariê, a LT 138 kV São José-Imbariê tem apresentado carregamento elevado em alguns cenários, apresentando sobrecarga no circuito remanescente na perda simples de um dos circuitos, implicando em corte de cargas temporário da distribuidora local.

A Nota Técnica EPE-DEE-NT-073/2016 propôs uma solução para a região, que englobava a conexão da UTE Termorio aos tapes de Tecam e Petroflex 2, utilizando-se estrutura de linha construída à época da implantação da UTE e que a Ampla (atual ENEL-RJ) avaliasse a necessidade de recapacitações em trechos de suas linhas e superações de disjuntores em sua rede local.

Após a emissão da referida Nota Técnica a ENEL-RJ iniciou as tratativas com a ANEEL para a autorização e execução das obras. Neste momento, foram levantadas questões relativas à incorporação de ativos da UTE Termorio e Furnas por parte da ENEL-RJ, de modo a solucionar questões relativas a contratos vigentes (CUST e CUSD), conforme indicado na Figura 6-2.



**Figura 6-2 – Mudanças nos proprietários de ativos da região de Imbariê para implantação da solução original**

Dadas as complicações regulatórias e as novas previsões de carga para a região, a ENEL-RJ apresentou soluções alternativas em reuniões com EPE e ONS, propondo outras formas de mitigar a sobrecarga da LT São José-Imbariê.

Levando em consideração a proximidade e influência desse sistema em relação às demais regiões de interesse desse estudo, optou-se por realizar as simulações de modo conjunto nesse relatório. Foram avaliadas três soluções para esta região e observados os efeitos, custos e sinergias com a solução para as regiões de Niterói, Magé e São Gonçalo.

Em um primeiro momento foi avaliada uma nova subestação de fronteira na região de Imbariê, que se integraria ao sistema existente através dos seccionamentos dos circuitos 345 kV do eixo Adrianópolis – Macaé e de combinações de circuitos 138 kV da região, tais como os circuitos Adrianópolis Magé, Adrianópolis – Alcântara, São José – Magé. Observou-se que apesar de descarregar a LT 138 kV São José-Imbariê essa subestação não era eficaz em aliviar os carregamentos dos eixos 138 kV de propriedade da Enel-RJ, apesar dos investimentos elevados. Dentre as obras previstas, estaria além da nova SE 345/138 kV em si, a transferência de cargas de Parada Angélica e Parada Angélica 2 para suprimento via esta nova SE e construção de nova SE 138/13,8 kV intermediária, o que implicaria na necessidade de investimentos significativos na aquisição de novos alimentadores.

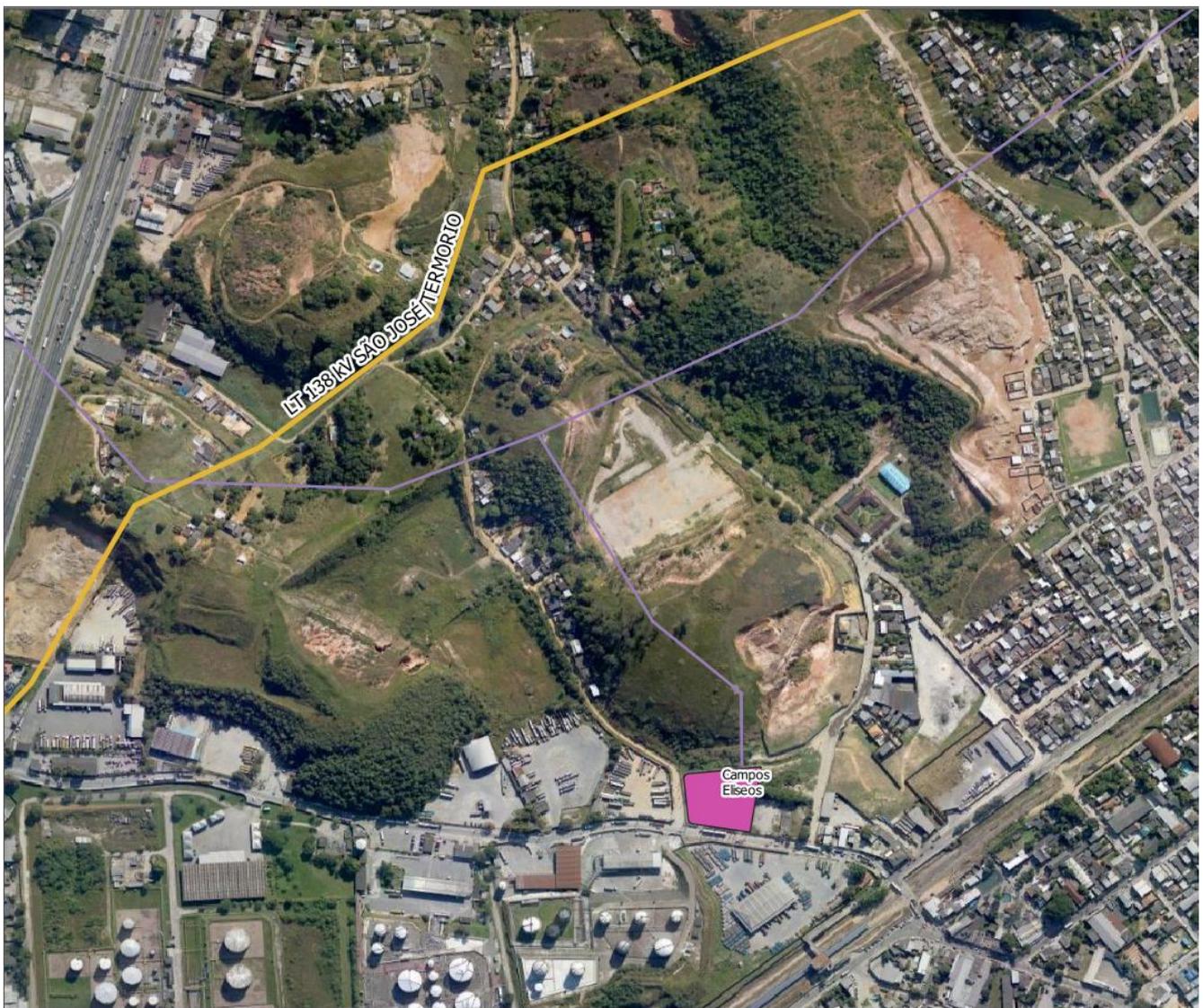
Após uma busca detalhada por outras soluções, outras duas alternativas se mostraram promissoras pela proximidade de com subestações existentes. A primeira é o seccionamento das LDs Eldorado – Inmetro C1 e São José – Entroncamento Rio da Cidade C1, na SE Imbariê, que está ao lado das mesmas, conforme indicado na Figura 6-3. Esse seccionamento soluciona até o ano de 2034 as sobrecargas da LT São José – Imbariê e traz ganhos de confiabilidade para ambas distribuidoras da região (Light e ENEL). Um dos fatores que trazem complicações para essa solução é que, com o seccionamento das LDs em Imbariê, essa subestação passaria a suprir tanto cargas da Light quanto cargas da ENEL, necessitando de ajustes nos contratos de MUST e MUSD e teria seu carregamento elevado de maneira considerável.



**Figura 6-3 - Proximidade das linhas a serem seccionadas (em vermelho) com a SE Imbariê (em roxo)**

A segunda solução estudada e adotada referencialmente nesse relatório foi o seccionamento das LTs 138 kV Termorio – São José, C1 e C2, na SE Campos Elíseos e assim como na solução anterior, há uma grande proximidade das LTs com a subestação seccionadora, conforme indicado na Figura 6-4, o que permite reduzir custos, prazos de execução e impactos ambientais. Essa solução, além de reduzir os carregamentos da LT São José – Imbariê, provê um novo ponto de injeção para o sistema da ENEL-RJ através da UTE Termorio o que traz ganhos consideráveis para a confiabilidade da região.

É importante destacar que se encontra em andamento um Grupo de Trabalho, coordenado pela EPE, que busca soluções estruturais para os elevados níveis de curto-circuito na região metropolitana do Rio de Janeiro. Eventuais alterações no ponto de conexão da UTE Termorio, ou demais obras que impactem os níveis de curto-circuito na SE São José, devem contar com o aval das simulações deste Grupo.



**Figura 6-4 - Localização da LT São José - Termorio (em amarelo) e proximidade com a SE Campos Eliseos (em roxo)**

## 6.2 Alt 1 – Reforços na rede existente de distribuição

Na Alternativa 1, foram avaliadas soluções via recondução de linhas de distribuição na região, de acordo com as necessidades elétricas. Por se tratarem de obras na rede de distribuição, a EPE solicitou à ENEL-RJ um levantamento de viabilidade técnica e uma estimativa de custos para serem incorporados na análise econômica. A íntegra do relatório está disponível no Anexo 5 – Relatório ENEL Distribuição Rio – Memorial descritivo custos para recondução de LDs 138 kV. Abaixo estão elencados os principais pontos de destaque.

Nesta alternativa estão previstos os reconduções dos seguintes circuitos:

- Ano 2024: Recondução trecho Itambi – Alcântara, 14,0 km;
- Ano 2031: Recondução Adrianópolis - Parada Angélica, 32 km.
- Ano 2032: Recondução Tap Venda – Arsenal, 17,0 km;

Após a visita de campo, levantamento de orçamentos e realização de simulações de fluxo de carga, notou-se elevados riscos de implantação e atraso da obra, tais como: um total de 12,7 km de faixas de servidão com ocupações irregulares, diversas estruturas projetadas na década de 70 que não atendem as normas atuais, trechos sem disponibilidade de faixa para construção, impossibilidade de desligamentos e impactos em nos circuitos de 69 kV entre as SEs Alcântara/Zona Sul e a Derivação/SE Inoã, devido a trechos de torres com 4 circuitos (138 e 69 kV). Além disso os elevadíssimos custos com desocupações tornam a alternativa pouco competitiva, de qualquer modo, optou-se por documentar as análises realizadas na alternativa e apresentar os custos na comparação econômica, embora saiba-se desde já que esta é uma obra com pouca viabilidade de implantação.

Conforme descrito no item 4.5, a ENEL-RJ poderá a seu critério implantar os reforços necessários para prover o atendimento ao critério 'N-1' em seu sistema, no entanto atualmente a EPE não tem respaldo documental para realizar o planejamento da expansão desta forma, tampouco comparar técnico-economicamente as alternativas de um estudo com esta premissa. No entanto, para fins de verificação do impacto no plano de obras da alternativa, segue relação das obras adicionais que seriam necessárias para atendimento ao critério 'N-1' na rede da região de interesse:

- Ano 2024: Recondução Venda - Tap Venda, 7,5 km;
- Ano 2026: Recondução Arsenal - Z. Sul, 8,5 km;
- Ano 2029: LD 138 kV V. das Pedras (Enel) - V. das Pedras (Elecnor) C3, 10,5 km;

### **6.3 Alt 2 – Nova SE Guaxindiba 345/138 kV**

Na Alternativa 2, foram avaliadas formas de solucionar os problemas encontrados com obras na Rede Básica através de uma nova subestação de fronteira, a SE Guaxindiba 345/138 kV, e recondutoramento de linhas de distribuição para garantir a adequada integração da SE ao sistema de distribuição.

Nesta alternativa a SE Guaxindiba é conectada à SE Venda das Pedras através de uma linha 345 kV em circuito duplo de 26 km e com a rede 138 kV através do seccionamento dos circuitos Alcântara – Portão do Rosa e Alcântara – Guaxindiba. Mesmo com essa nova injeção de potência na rede alguns recondutoramentos são necessários, notadamente os novos trechos Guaxindiba 2 - Alcântara C1 e C2, oriundos dos seccionamentos das LDs Alcântara – Portão do Rosa e Alcântara – Guaxindiba.

Foi proposto inicialmente este ponto para uma nova SE de fronteira com a ideia de se orçar uma solução de Rede Básica mais econômica possível, uma vez que em tese esse novo ponto não demandaria linhas subterrâneas para acesso nem a necessidade da SE ser GIS.

### 6.4 Alt 3 – Nova SE Sete Pontes 345/138 kV

A SE Sete Pontes está localizada em uma posição central do sistema elétrico da ENEL-RJ e, dada sua forte integração com a malha 138 kV, buscou-se avaliar a eficácia de um novo ponto de fronteira 345/138 kV nas proximidades da SE Sete Pontes 138/69 kV. Esse novo ponto de fronteira passaria a ser suprido por uma LT 345 kV de 42 km, derivada da SE Venda das Vedras, localizada às margens da BR-101.

Como a SE Venda das Pedras está conectada em apenas um dos circuitos do eixo Adrianópolis – Macaé, também foi avaliada a interligação da SE Comperj à SE Venda das Pedras, via circuito simples 345 kV, de modo a equalizar o fluxo nas LTs, reduzindo as perdas elétricas e melhorando o desempenho do sistema em contingências. Um diagrama unifilar simplificado da região está representado na Figura 6-5.

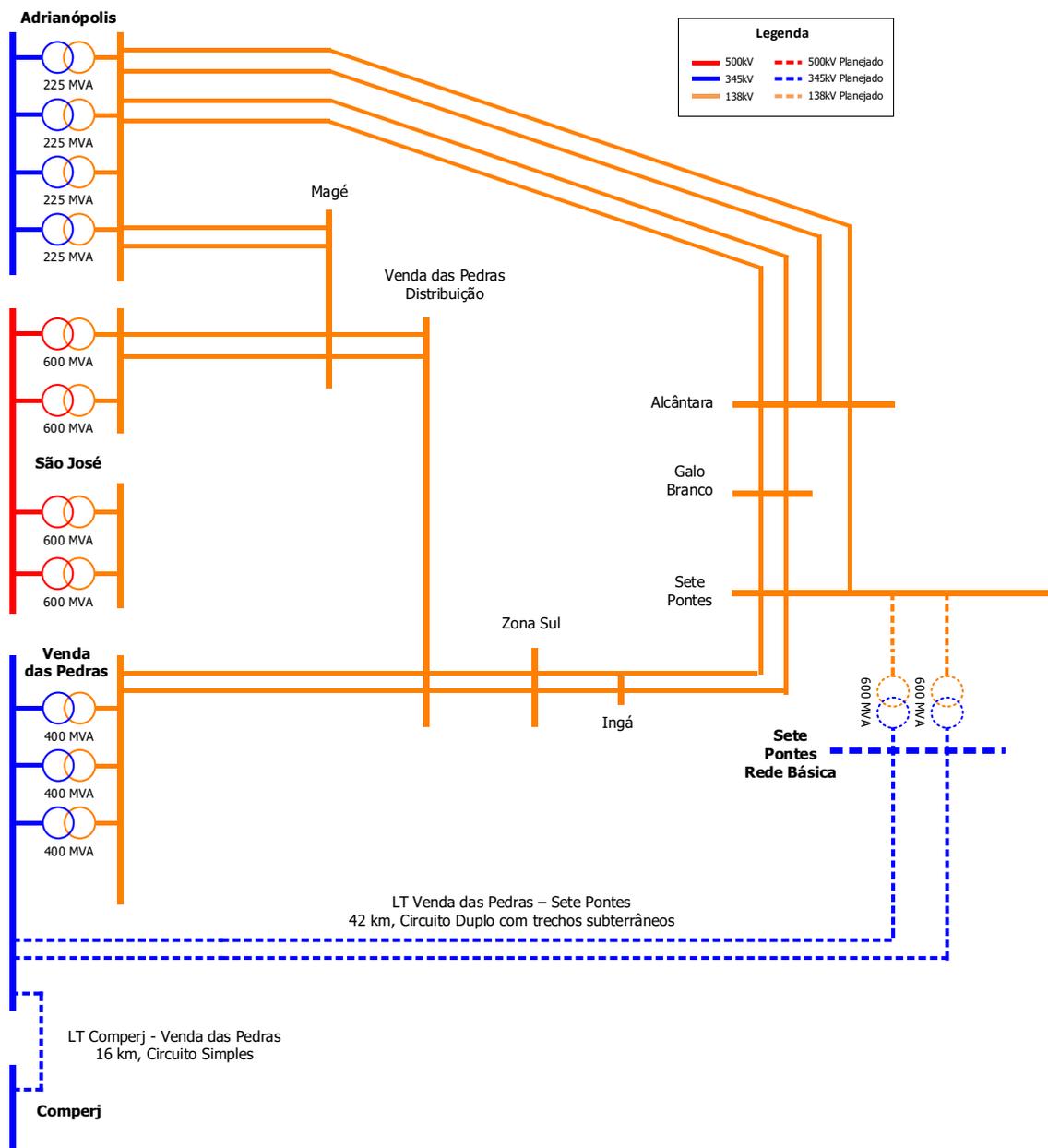


Figura 6-5 - Diagrama simplificado das principais obras da Alternativa 3

### 6.4.1 Alt 3A – LT Totalmente Aérea

Dados os elevados custos de instalação das linhas subterrâneas, as complicações logísticas de sua implantação e sua menor capacidade de transmissão de potência em relação a uma linha aérea em função de limitações de dissipação térmica do solo, a EPE buscou, junto a sua área de análises socioambientais, um traçado alternativo com um projeto de linha diferenciado, dispondo de vãos menores para reduzir a faixa de servidão da futura LT e minimizar interferências com edificações.

Esse traçado alternativo possui menores custos de implantação, melhor desempenho elétrico, e menor comprimento, mas requer uma gestão social mais cuidadosa devido as possíveis desapropriações em trechos da LT. Ou seja, recomenda-se que a variante com a LT totalmente aérea seja considerada como uma alternativa viável, e que seja estudada nos demais relatórios complementares R3 e R5, a fim de se obter dados de campo para embasar a análise de riscos × retornos envolvidos nessa alternativa.

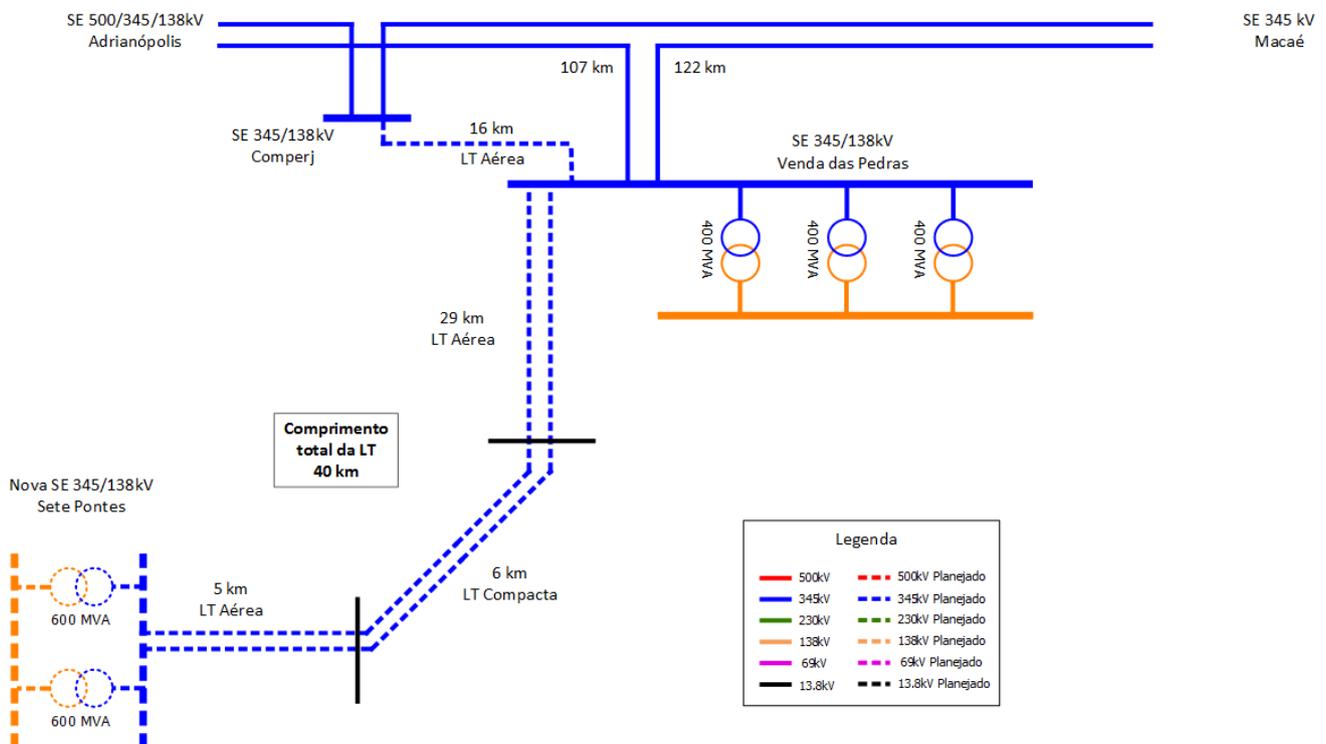


Figura 6-6 - Diagrama simplificado das principais obras da Alternativa 3A

### 6.5 Alt 4 – Reforços 138 kV via Sete Pontes

A Alternativa 4 explora o mesmo eixo da Alternativa 3, mas priorizando reforços na rede de distribuição. Nesta alternativa a SE Sete Pontes 138 kV é reforçada via uma nova LD 138 kV em circuito duplo, com cerca de 42 km, derivada da SE Venda das Pedras, localizada às margens da BR-101.

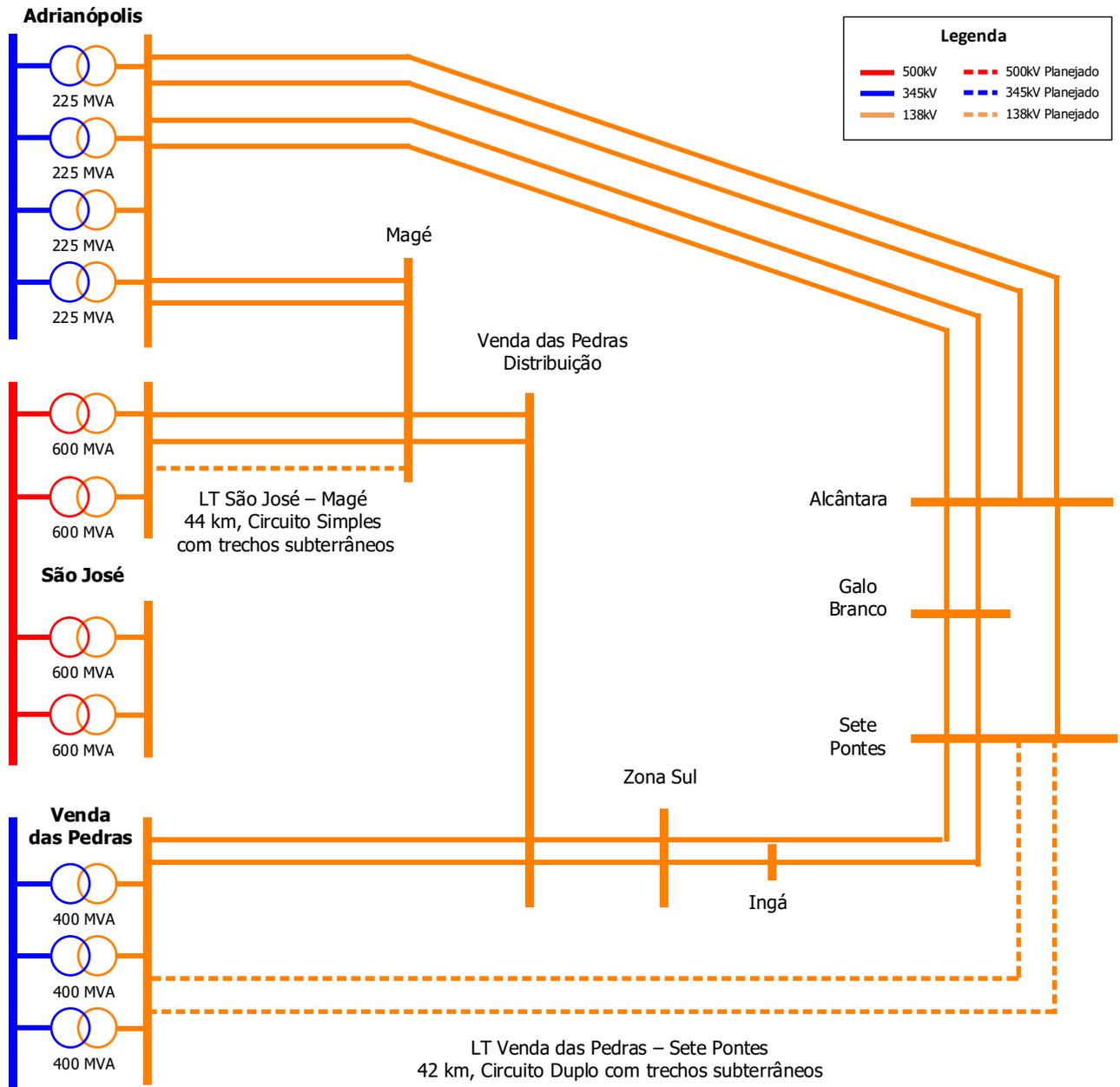


Figura 6-7 - Diagrama simplificado das principais obras da Alternativa 4

## 6.6 Alt 5 – Seccionamento em Venda das Pedras

A SE Venda das Pedras é atualmente suprida por meio do seccionamento de um dos circuitos do eixo 345 kV Adrianópolis – Macaé. Com a entrada do novo pronto de fronteira em Sete Pontes, alimentado através da SE Venda das Pedras, nota-se um desbalanço de fluxo entre os circuitos do eixo Adrianópolis – Macaé. Na alternativa base (Alt 3) esse desbalanço é solucionado através da interligação da SE Comperj à SE Venda das Pedras com uma LT 345 kV, circuito simples, de 16 km. A alternativa 5 busca outra forma de balancear os fluxos do eixo Adrianópolis – Magé 345 kV, através do seccionamento do circuito remanescente Adrianópolis – Comperj - Lagos- Magé.

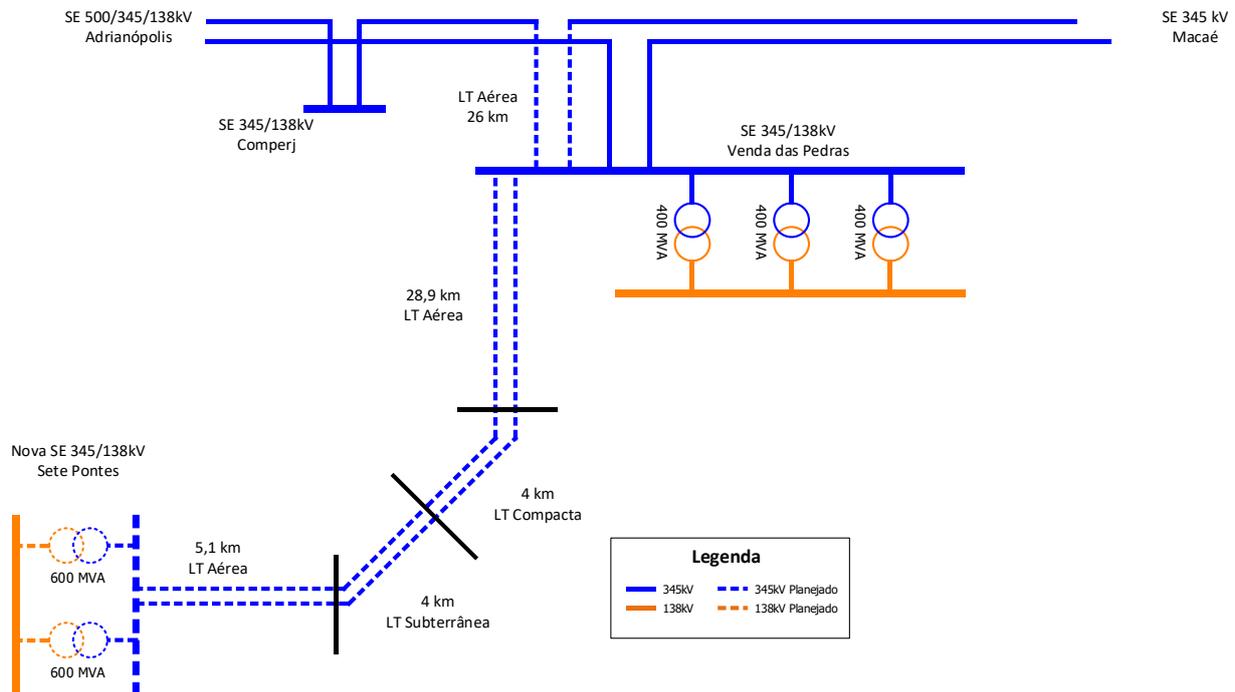


Figura 6-8 - Diagrama simplificado das principais obras da Alternativa 5

## 7 ANÁLISE DO DESEMPENHO EM REGIME PERMANENTE

Cada uma das alternativas apresentadas no capítulo 6 teve seu desempenho em regime permanente avaliado considerando-se os casos dimensionadores deste estudo, detalhados no item 4.3.

Foram realizadas simulações em condição normal e em contingências simples dos elementos da rede básica e rede básica de fronteira para as quatro alternativas (1, 2, 3 e 4) e não foram encontrados níveis de tensão ou carregamento fora dos limites estabelecidos. A seguir são apresentados os resultados mais relevantes das análises para a alternativa vencedora, a alternativa 3.

Na Figura 7-1 são mostrados os fluxos na rede em condição normal para o caso de Carga Máxima no cenário Norte Úmido (caso dimensionador). Já na Figura 7-2, são mostradas as mesmas condições para o ano de 2034. As demais situações relevantes para a alternativa recomendada encontram-se no Anexo 2 – Resultados de Fluxos de Potência.

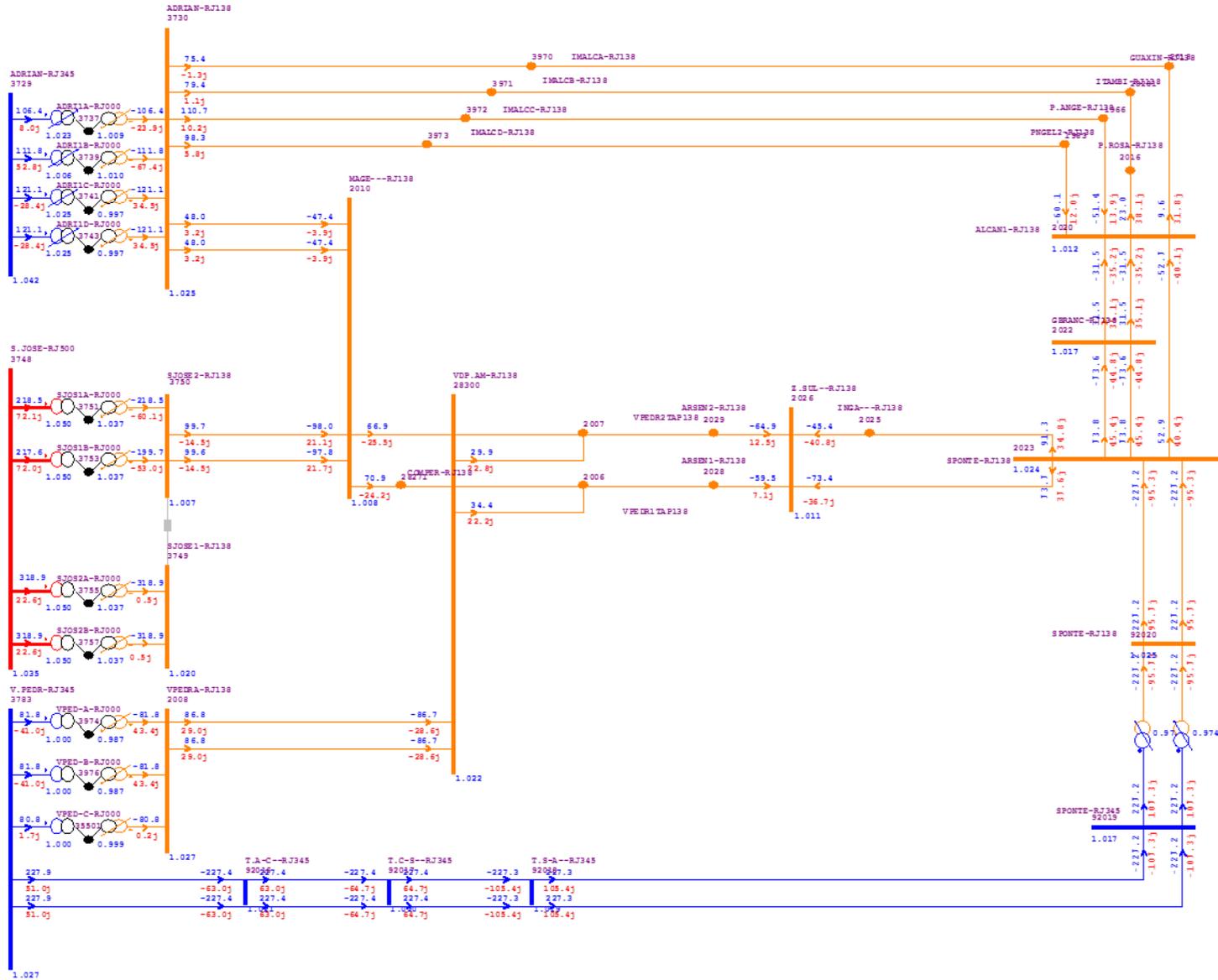


Figura 7-1 - Caso dimensionador, Alternativa 3, Ano 2025

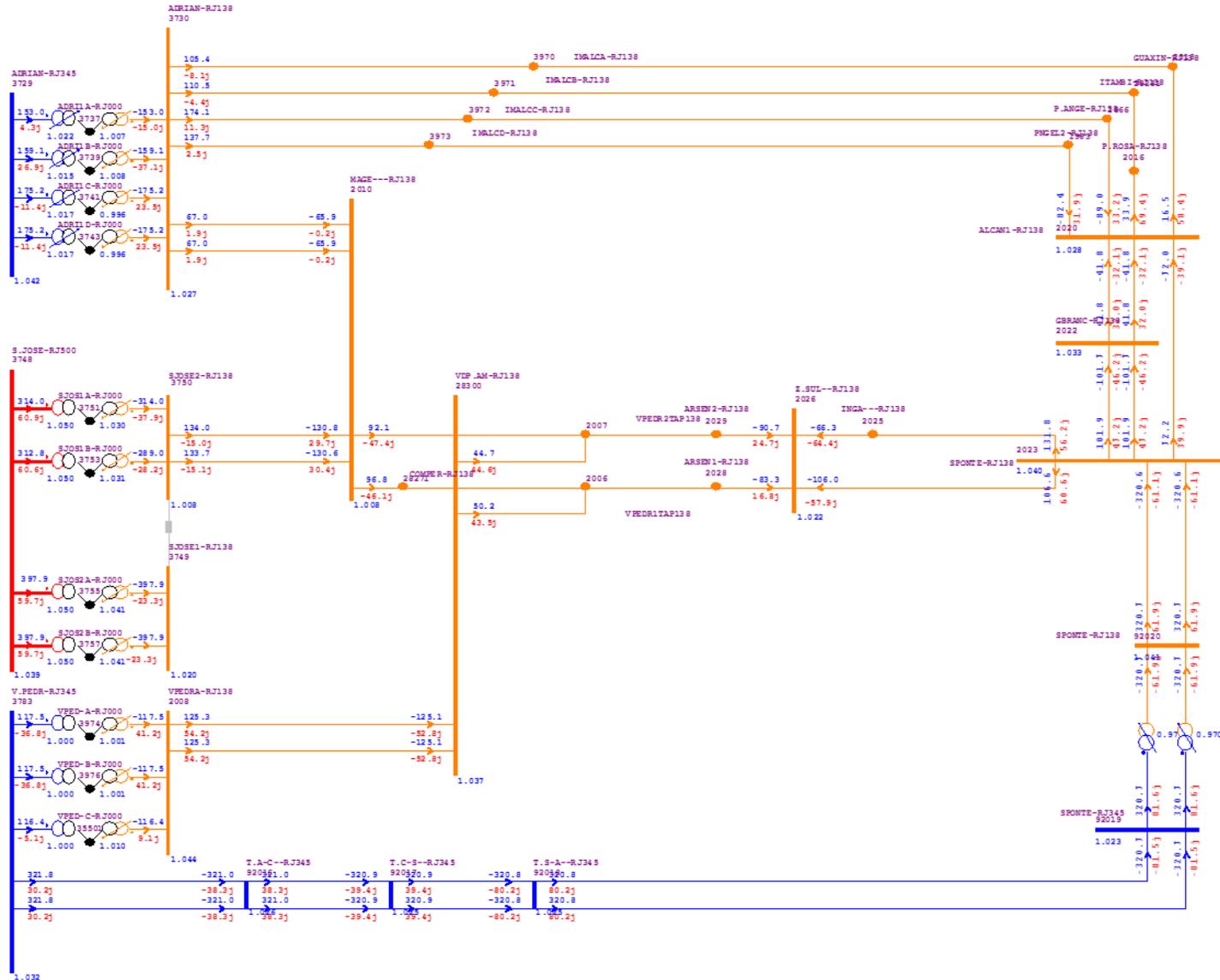


Figura 7-2 - Caso dimensionador, Alternativa 3, Ano 2034

## **7.1 Desempenho e dimensionamento das novas linhas frente a cenários prospectivos**

Com o objetivo de realizar o devido dimensionamento da LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes foram simulados cenários prospectivos, a fim de verificar carregamentos mais elevados em relação aos observados no ano horizonte 2034.

Para tanto, incrementou-se a carga na barra da SE Sete Pontes da ENEL, até o esgotamento da transformação desta SE, com 2 topologias de sistema distintas: uma delas considerando a recomendação do presente estudo, ou seja, a LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes CD e 2 transformadores na SE 345/138 kV Sete Pontes e a outra considerando um terceiro transformador, o que implicaria na necessidade de implantação de um circuito adicional no trecho Venda das Pedras – Sete Pontes (C3). As figuras desta análise estão representadas a seguir (Figura 7-3 a Figura 7-6).

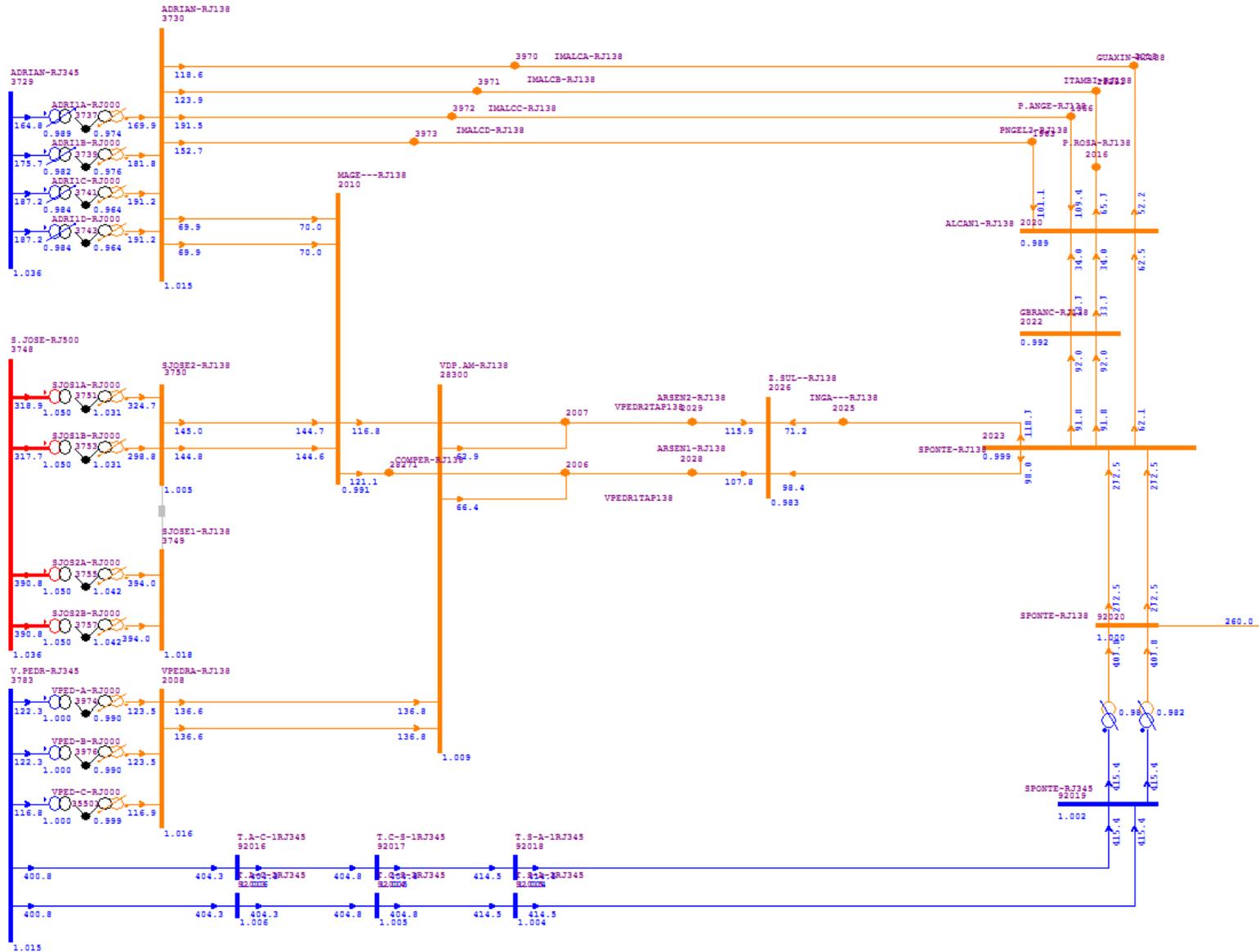


Figura 7-3 - Caso dimensionador cenário prospectivo, 2 transformadores e 2 circuitos, condição normal

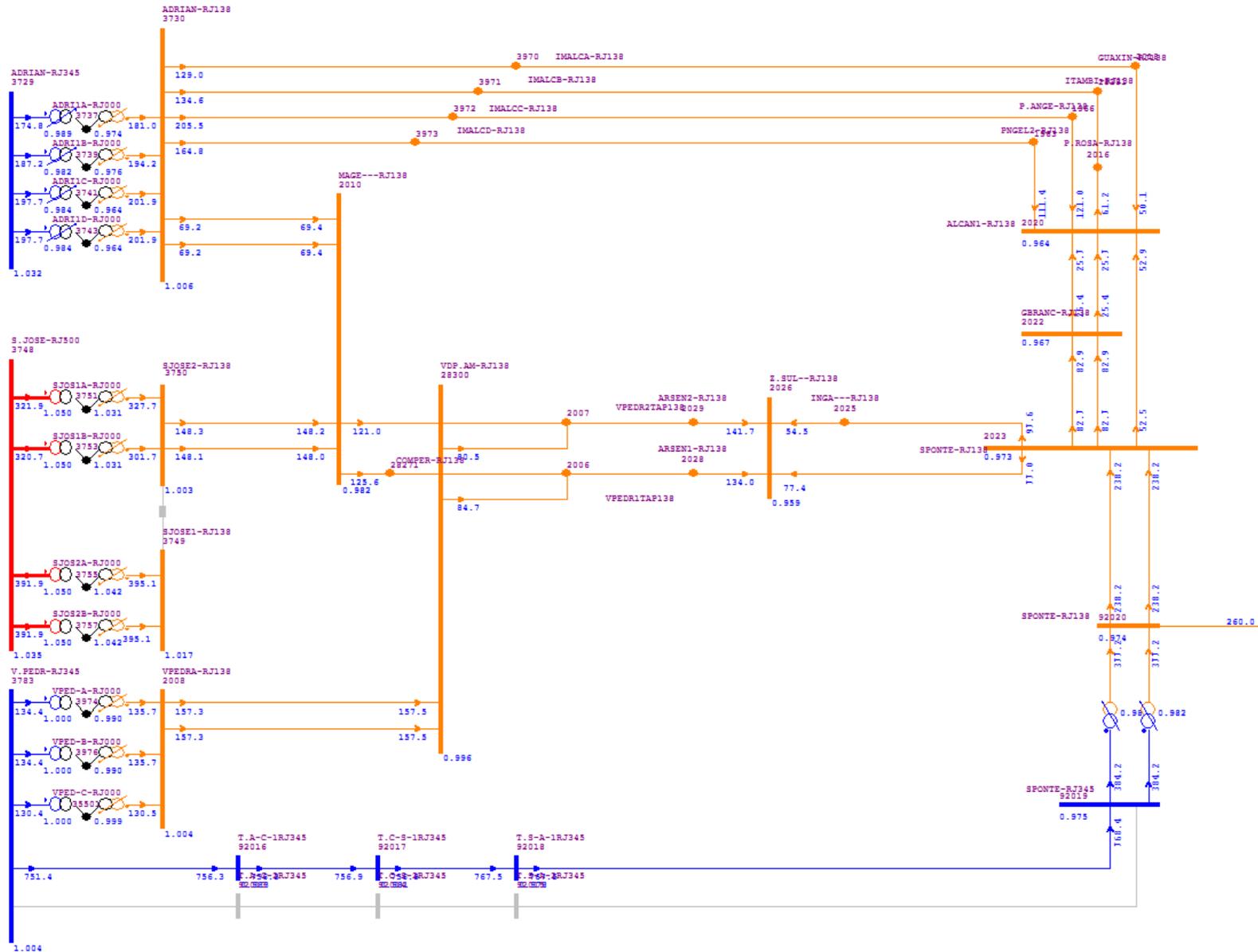


Figura 7-4 - Caso dimensionador cenário prospectivo, 2 transformadores e 2 circuitos, contingência da LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes C1 ou C2

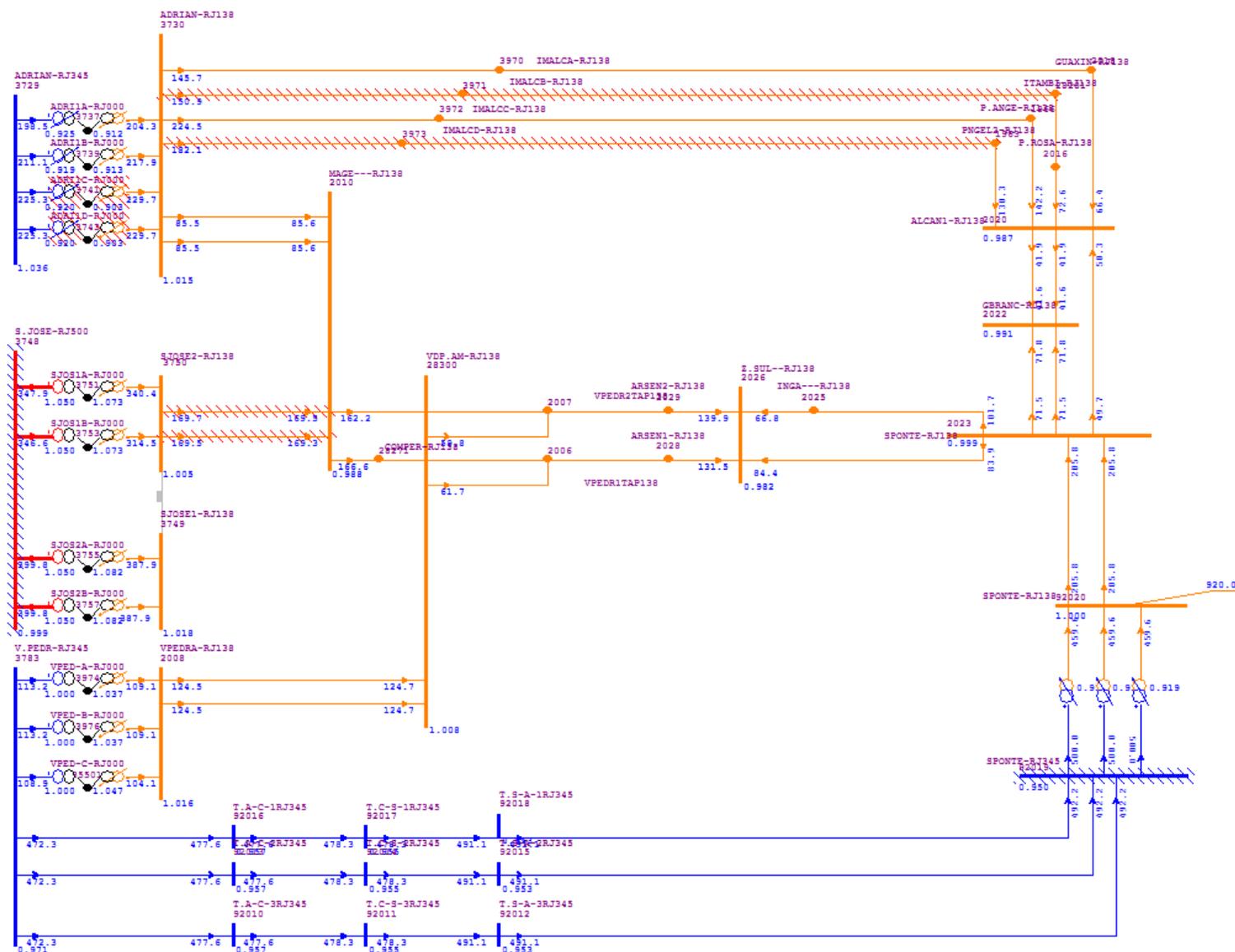
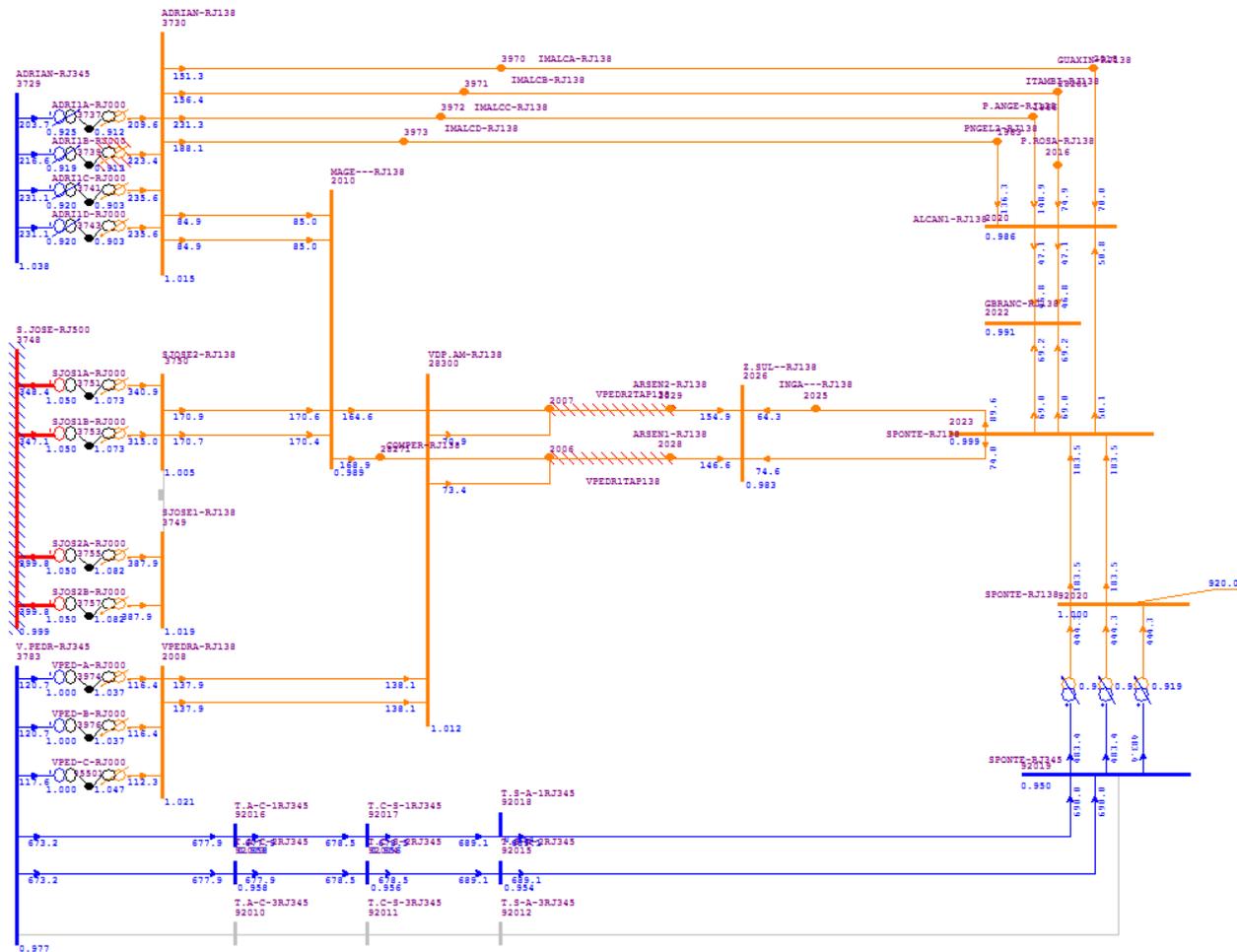


Figura 7-5 - Caso dimensionador cenário prospectivo, 3 transformadores e 3 circuitos, condição normal



**Figura 7-6 - Caso dimensionador cenário prospectivo, 2 transformadores e 2 circuitos, contingência da LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes C1 ou C2**

Em função dos fluxos observados nas figuras acima, constata-se que o caso em que há 3 linhas e 3 transformadores impõe maior fluxo em condição normal. Por outro lado, o caso em que há 2 linhas e 2 transformadores impõe maior fluxo em condição de emergência. Estes fluxos estão apresentados de forma resumida na Tabela 8-4, que se encontra na próxima Seção do documento, e serão utilizados para o dimensionamento das LT.

## 8 OTIMIZAÇÃO DAS LINHAS DE TRANSMISSÃO AÉREAS

Neste capítulo são apresentadas análises técnicas e de otimização visando a definir as especificações básicas dos trechos aéreos das Linhas de Transmissão (LT) listadas abaixo:

- LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes, C1 e C2, em circuito duplo (CD)<sup>1</sup>, de cerca 38 km de comprimento
- LT 345 kV Comperj – Venda das Pedras, C1, em circuito simples (CS), de cerca de 16 km de comprimento

Os resultados obtidos nas análises foram extraídos diretamente do programa ELEKTRA, desenvolvido pelo CEPEL [7].

### 8.1 Dados e Premissas

Os dados ambientais para a definição das capacidades de corrente estão dispostos na Tabela 8-1. A temperatura do ar corresponde à maior máxima média mensal registrada na estação de medição localizada no Rio de Janeiro/RJ [8]. Na tabela a seguir também está disposta a densidade relativa do ar considerada nas análises elétricas.

**Tabela 8-1 Dados do ambiente**

|  |      |
|--|------|
| <b>Temperatura do ar – máxima média [°C]</b>                           | 33   |
| <b>Velocidade de vento para cálculo de temperatura dos cabos [m/s]</b> | 1    |
| <b>Radiação solar [W/m<sup>2</sup>]</b>                                | 1000 |
| <b>Densidade relativa do ar [p.u.]</b>                                 | 0,95 |

Na Tabela 8-2 estão apresentados os parâmetros econômicos considerados nas análises de otimização. Os fluxos, fatores de carga e de perdas utilizados estão apresentados na Tabela 8-3. Já a Tabela 8-4 apresenta os carregamentos máximos verificados nos estudos de fluxo de potência em condição normal de operação e em emergência, decorrente de contingência no sistema, conforme resultados apresentados no item 7.1. Ressalta-se que estes valores foram tabelados por circuito.

**Tabela 8-2 Dados para avaliação econômica**

|  |                      |
|--|----------------------|
| <b>Custo das perdas de energia [R\$/MWh]</b> | 234,00               |
| <b>Período [anos]</b>                        | 30                   |
| <b>Taxa de desconto anual [%]</b>            | 8                    |
| <b>Banco de preços</b>                       | Ref. ANEEL – 2017/06 |

<sup>1</sup> A LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes, C1 e C2, em circuito duplo (CD), é composta por trechos aéreos e subterrâneo

**Tabela 8-3 Dados do sistema – Fluxos para cálculo de perdas**

| Linha   | Fluxo <sup>1</sup><br>[MVA] | Duração<br>[Anos] | Fator de<br>carga | Fator de<br>perdas |
|---|-----------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes, C1 e C2, CD | 278                         | 1                 | 0,73              | 0,61               |
|   | 291                         | 1                 | 0,71              | 0,58               |
|   | 296                         | 1                 | 0,73              | 0,61               |
|   | 316                         | 1                 | 0,72              | 0,59               |
|   | 323                         | 1                 | 0,72              | 0,60               |
|   | 317                         | 1                 | 0,71              | 0,59               |
|   | 328                         | 1                 | 0,72              | 0,61               |
|   | 338                         | 1                 | 0,71              | 0,59               |
|   | 345                         | 1                 | 0,71              | 0,59               |
|   | 357                         | 21                | 0,71              | 0,59               |
| LT 345 kV Comperj – Venda das Pedras, C1, CS          | 346                         | 1                 | 0,72              | 0,61               |
|   | 357                         | 1                 | 0,73              | 0,61               |
|   | 368                         | 1                 | 0,73              | 0,61               |
|   | 383                         | 1                 | 0,72              | 0,60               |
|   | 393                         | 1                 | 0,73              | 0,62               |
|   | 404                         | 1                 | 0,74              | 0,63               |
|   | 416                         | 1                 | 0,74              | 0,64               |
|   | 431                         | 1                 | 0,74              | 0,62               |
|   | 441                         | 1                 | 0,74              | 0,63               |
|   | 456                         | 21                | 0,73              | 0,62               |

<sup>(1)</sup> Fluxos verificados a tensão nominal.

**Tabela 8-4 Dados do sistema – Fluxos máximos observados para diferentes condições de operação**

| Linha   | Fluxo [MVA] |            |
|---|-------------|------------|
|   | Normal      | Emergência |
| LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes, C1 e C2, CD | 491         | 768        |
| LT 345 kV Comperj – Venda das Pedras, C1, CS          | 863         | 1230       |

<sup>(1)</sup> Fluxos verificados a tensão nominal.

Foram adotadas estruturas autoportantes para todas as LT. Na Seção 8.4.2 constam as coordenadas finais, após a otimização, dos cabos na torre e flecha para as silhuetas típicas. Por fim, considerou-se também cabos condutores tipo CAA e cabos para-raios tipo EAR e OPGW.

## 8.2 Critérios Para Análises Elétricas e Comparações Econômicas

Na definição das capacidades de corrente, os valores a serem especificados devem atender minimamente aos fluxos observados no estudo, em condição normal e emergência. Adicionalmente, deve-se adotar 65 °C como limite de temperatura nos cabos condutores em condição normal de operação e 90 °C em condição de emergência. Com relação aos níveis de emissão eletromagnética, estes devem observar os requisitos mínimos definidos em [9]. Essas restrições, juntamente com o balanço dos cabos, devem ser observadas de forma a definir uma estimativa inicial para a faixa de segurança e o conjunto de cabos condutores tecnicamente viáveis.

Configurações com custos totais, de instalação e perdas, com diferenças de até 3 % são consideradas economicamente equivalentes. Como critério de desempate, deve-se buscar, preferencialmente, as soluções com os menores custos de instalação.

### 8.3 Avaliações Econômicas

#### 8.3.1 Seleção dos cabos condutores

Após as análises realizadas pelo programa ELEKTRA, identificou-se que as soluções economicamente equivalentes dentre as soluções candidatas são aquelas apresentadas na Tabela 8-5. Visando uma padronização e um eventual ganho de escala, realizou-se uma otimização conjunta considerando-se todos os trechos de LT, com seus respectivos carregamentos e estruturas. Nesta otimização ponderou-se os custos de acordo com os comprimentos de cada trecho. Como pode se verificar na Tabela 8-5, a configuração de menor custo total é a 3 x RUDDY (900 MCM). Por outro lado, a configuração 2 x BLUEJAY (1113 MCM) apresenta o menor custo de instalação.

Tabela 8-5 Configurações com menor custo total - Otimização conjunta

| Cabo condutor |                         | Custos (1000 x R\$/km) |              |               | Relação entre custo total e o menor custo total [%] |
|---------------|-------------------------|------------------------|--------------|---------------|---|
| Nome          | Nº de subcond. por fase | Instalação             | Perdas       | Total         |   |
| RUDDY         | 3                       | 1442,2                 | 600,0        | 2042,1        | 100,0%  |
| RAIL          | 3                       | 1487,9                 | 563,9        | 2051,8        | 100,5%  |
| <b>TERN</b>   | <b>3</b>                | <b>1376,0</b>          | <b>683,9</b> | <b>2059,9</b> | <b>100,9%</b>                                       |
| ORTOLAN       | 3                       | 1557,2                 | 518,8        | 2076,1        | 101,7%  |
| LAPWING       | 2                       | 1518,7                 | 558,9        | 2077,7        | 101,7%  |
| BLUEJAY       | 3                       | 1615,3                 | 480,8        | 2096,2        | 102,6%  |
| BLUEJAY       | 2                       | 1278,3                 | 821,5        | 2099,8        | 102,8%  |
| DRAKE         | 3                       | 1427,8                 | 673,9        | 2101,8        | 102,9%  |

#### 8.3.2 Análise de sensibilidade

Com o intuito de verificar a robustez da possível solução 2 x BLUEJAY (1113 MCM), foi realizada uma análise paramétrica variando-se os carregamentos das linhas. Dado que as perdas elétricas têm relação quadrática com esses fluxos, tal incerteza pode gerar uma solução pouca robusta do ponto de vista econômico.

A Figura 8-1 apresenta um gráfico onde é possível observar que, para pequenos incrementos nos carregamentos, essa solução deixa de ser economicamente equivalente às demais. Dado que o custo de instalação da configuração 3 x TERN (795 MCM) é o menor dentre as restantes, pode-se concluir que esta solução é economicamente robusta dentro de uma variação de até +/- 20 % nos fluxos das linhas. Portanto, recomenda-se a configuração 3 x TERN (795 MCM) para todos os trechos de LT.

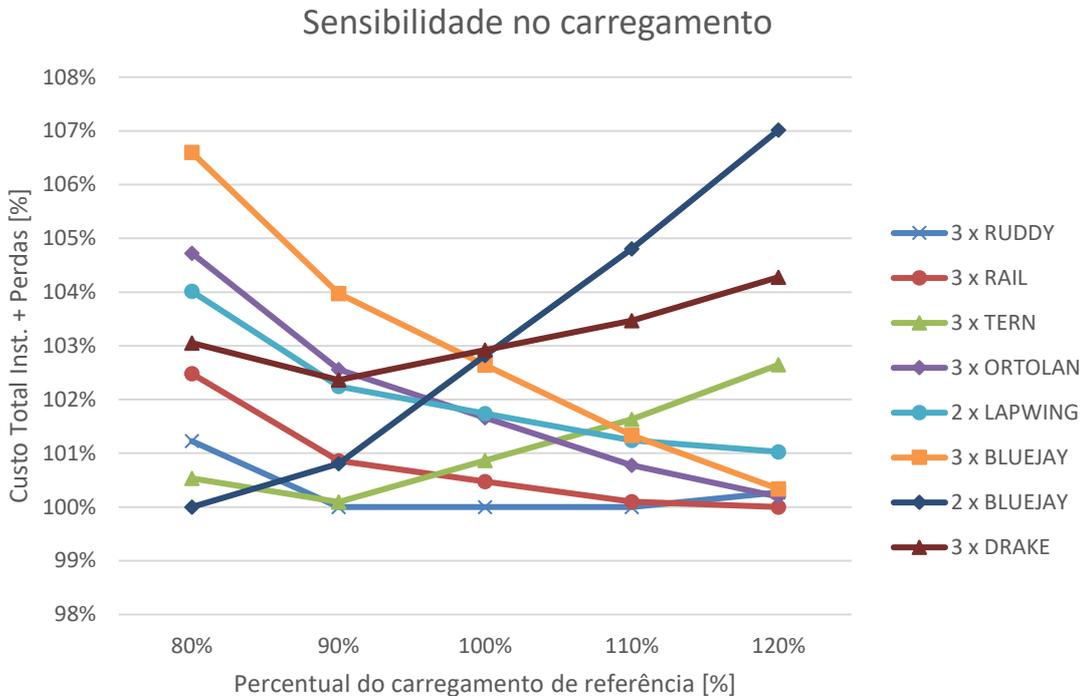


Figura 8-1 Sensibilidade do carregamento no custo total da instalação

## 8.4 Características Técnicas das Soluções de Referência

### 8.4.1 Características elétricas

Tendo em vista os resultados das análises realizadas, os parâmetros elétricos e capacidades operativas especificadas estão sumarizados nas Tabela 8-6 e Tabela 8-7.

Tabela 8-6 Características elétricas básicas da LT 345 kV em CD

| Tipo           | Cabo                         | Capacidade por circuito <sup>1</sup> [MVA] |        | Parâmetros de sequência a 50 °C |          |          |           |
|----------------|------------------------------|--|--------|---------------------------------|----------|----------|-----------|
|                |                              | Normal                                     | Emerg. | seq.                            | r [Ω/km] | x [Ω/km] | b [μS/km] |
| Circuito Duplo | CAA<br>3 x TERN<br>(795 MCM) |  |        | +                               | 0,0277   | 0,3170   | 5,2437    |
|                |                              |  |        | 0                               | 0,3380   | 1,3236   | 3,0039    |
|                |                              |  |        | mut.0                           | 0,3130   | 0,9190   | -1,1260   |

(1) Valor em MVA obtido para a tensão nominal.

Tabela 8-7 Características elétricas básicas da LT 345 kV em CS

| Tipo             | Cabo                         | Capacidade por circuito <sup>1</sup><br>[MVA] |        | Parâmetros de sequência a 50 °C |          |          |           |
|------------------|------------------------------|---|--------|---------------------------------|----------|----------|-----------|
|                  |                              | Normal  | Emerg. | seq.                            | r [Ω/km] | x [Ω/km] | b [μS/km] |
| Circuito Simples | CAA<br>3 x TERN<br>(795 MCM) | 1375  | 1855   | +                               | 0,0277   | 0,3317   | 4,9922    |
|                  |                              |   |        | 0                               | 0,3692   | 1,2441   | 3,0712    |
|                  |                              |   |        | mut.0                           | -        | -        | -         |

(1) Valor em MVA obtido para a tensão nominal.

As Figura 8-2 e Figura 8-3, extraídas do ELEKTRA, apresentam um sumário dos resultados técnicos das LT em CD e CS. Com relação às faixas de segurança, estas foram estimadas em 46,6 e 50,7 metros, respectivamente, devido ao balanço dos cabos. Não obstante, foram realizadas análises de sensibilidade variando-se alguns parâmetros de cálculo e, por segurança, recomenda-se a adoção de larguras de faixa de 50 e 55 metros. Cumpre ressaltar que, devido a restrições socioambientais, em alguns trechos aéreos da LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes, C1 e C2, CD, será necessário reduzir a largura da faixa de segurança, o que pode ser feito, por exemplo, através da redução do tamanho dos vãos.

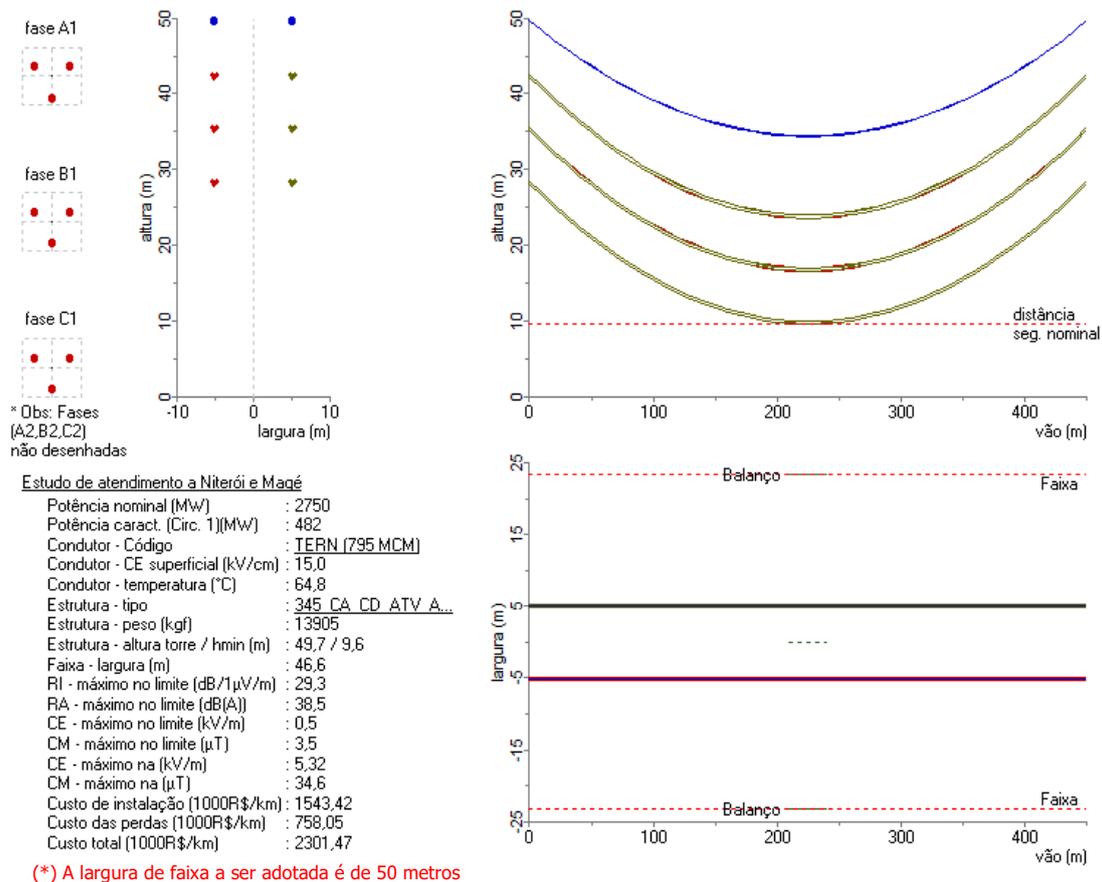


Figura 8-2 - Dados técnicos básicos da LT 345 kV em CD

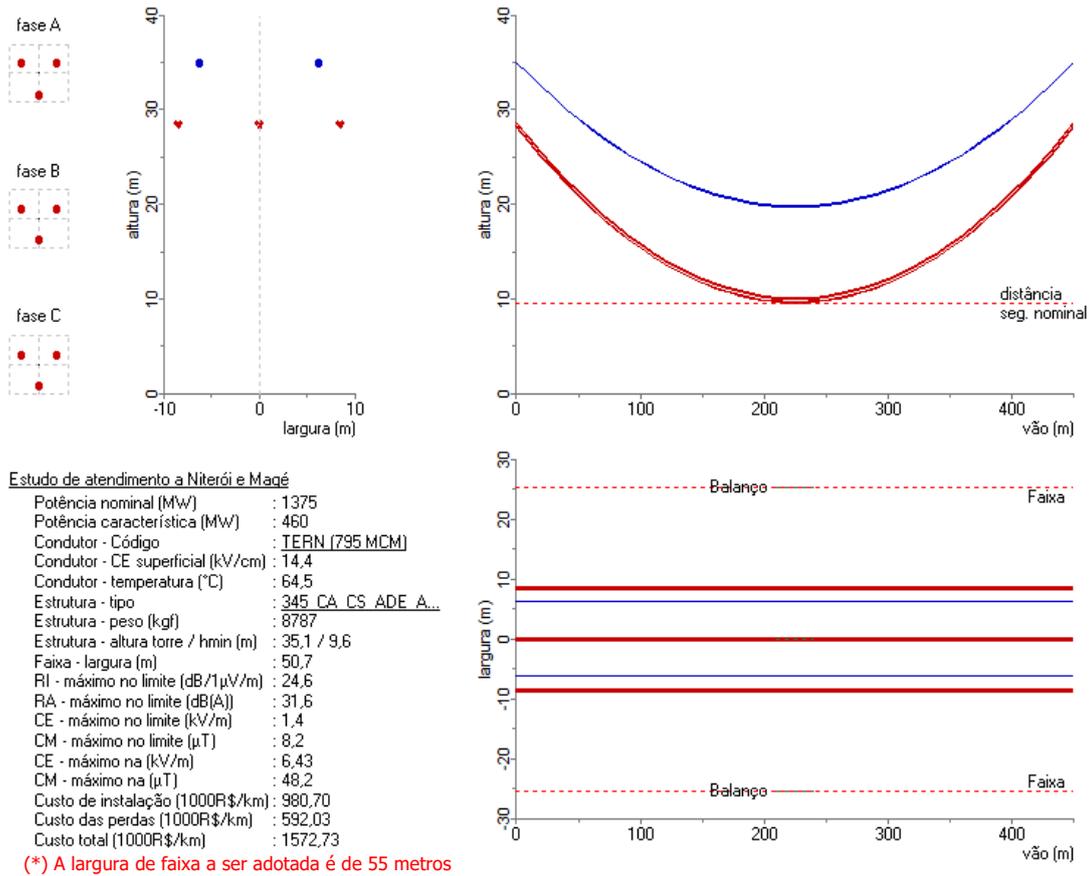


Figura 8-3 - Dados técnicos básicos da LT 345 kV em CS

### 8.4.2 Características construtivas

Considerando os resultados das simulações realizadas, as coordenadas dos feixes na torre e flechas estão apresentadas na Tabela 8-8 e Tabela 8-9. Foram considerados feixes com geometria convencional e espaçamento de 45,72 cm entre os cabos condutores.

Tabela 8-8 Coordenadas do centro do feixe da silhueta típica da LT 345 kV em CD

| Elemento     | X [m] | Y [m] | Flecha [m] |
|--------------|-------|-------|------------|
| Feixe A1     | -5,1  | 28,5  | 18,6       |
| Feixe B1     | -5,1  | 35,5  | 18,6       |
| Feixe C1     | -5,1  | 42,5  | 18,6       |
| Feixe A2     | 5,1   | 42,5  | 18,6       |
| Feixe B2     | 5,1   | 35,5  | 18,6       |
| Feixe C2     | 5,1   | 28,5  | 18,6       |
| Para-raios 1 | -5,1  | 49,7  | 15,3       |
| Para-raios 2 | 5,1   | 49,7  | 15,3       |

**Tabela 8-9 Coordenadas do centro do feixe da silhueta típica da LT 345 kV em CS**

| <b>Elemento</b> | <b>X [m]</b> | <b>Y [m]</b> | <b>Flecha [m]</b> |
|-----------------|--------------|--------------|-------------------|
| Feixe A         | -8,5         | 28,6         | 18,6              |
| Feixe B         | 0            | 28,5         | 18,6              |
| Feixe C         | 8,5          | 28,6         | 18,6              |
| Para-raios 1    | -6,25        | 35,1         | 15,3              |
| Para-raios 2    | 6,25         | 35,1         | 15,3              |

## 9 ESPECIFICAÇÕES BÁSICAS DAS LINHAS SUBTERRÂNEAS

Neste capítulo são apresentadas análises preliminares de dimensionamento visando a definir as especificações básicas do trecho subterrâneo da Linha de Transmissão (LT) 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes, C1 e C2. Os resultados obtidos nas análises foram extraídos diretamente do programa CYMCAP, desenvolvido pela CYME [10].

### 9.1 Dados e Premissas

Na Tabela 9-1 estão apresentados os principais parâmetros ambientais considerados. O dimensionamento realizado levou em consideração a média aritmética das temperaturas máximas do ar, verificadas diariamente na estação de medição localizada no Rio de Janeiro/RJ [11]. Visando o dimensionamento dos condutores, esse valor pode ser considerado adequado para a temperatura do solo porque tende a ser maior que a temperatura média do solo na profundidade em que os cabos se encontram enterrados.

Tabela 9-1 Dados do ambiente

| Temperatura do solo<br>[ °C] | Resistividade térmica do solo<br>[ °C.m/W] | Resistividade térmica do <i>backfill</i><br>[ °C.m/W] |
|------------------------------|--|---|
| 30                           | 1,2  | 1,0   |

A Tabela 9-2 apresenta os carregamentos máximos verificados nos estudos de fluxo de potência em condição normal de operação (N) e em contingência simples (N-1), além do fator de carga em condição normal. Ressalta-se que estes valores foram tabelados por circuito, conforme apresentado na Seção 7.1

Tabela 9-2 Dados do sistema – Fluxos máximos observados para diferentes condições de operação

| Linha de Transmissão                              | Fluxo em N <sup>(1)</sup> [MVA] | Fator de carga em N <sup>(2)</sup> | Fluxo em N-1 <sup>(3)</sup> [MVA] |
|---|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes, C1 e C2 | 491                             | 0,80                               | 768                               |

<sup>(1)</sup> Fluxo verificado a tensão nominal.

<sup>(2)</sup> Fator de carga para a condição normal. Na condição de contingência o fator de carga considerado é unitário.

<sup>(3)</sup> Fluxo resultante da contingência de elemento instalado no mesmo local (vala, túnel etc).

Para todas as LT adotou-se uma configuração de instalação com dois circuitos dispostos verticalmente. Na Figura 9-3 consta uma representação esquemática dessa configuração com as dimensões finais, na qual está representada a disposição geométrica dos cabos condutores e do *backfill*. Embora os cabos pudessem ter sido considerados imersos em dutos preenchidos por material compactado, considerou-se os cabos diretamente enterrados. Além disso, foram pressupostos cabos com material isolante tipo XLPE e sistema de aterramento *cross-bonding*.

### 9.2 Critérios Para Definição das Capacidades de Corrente

A solução de referência deve ser tal que os cabos isolados [12]:

- 1) Não atinjam uma temperatura maior que 90 °C em condição normal de operação e por um período de tempo indeterminado, considerando que eles possam transmitir, em regime cíclico dado o fator de carga, o carregamento máximo verificado nos estudos de fluxo de potência.
- 2) Não atinjam uma temperatura maior que 90 °C em condição de contingência simples no sistema e por um período de 96 horas, considerando que eles possam transmitir continuamente o carregamento máximo verificado nos estudos de fluxo de potência. Neste caso o fator de carga a ser considerado é unitário. Além disso, deve-se adotar como condição inicial a máxima temperatura obtida no item i.
- 3) Não atinjam uma temperatura maior que 90 °C em condição de contingência dupla no sistema e por um período de 4 horas, considerando que eles possam transmitir continuamente o carregamento máximo verificado nos estudos de fluxo de potência. Neste caso o fator de carga a ser considerado é unitário. Além disso, deve-se adotar como condição inicial a máxima temperatura obtida no item i.
- 4) Possam operar em toda a faixa de tensão estabelecida no submódulo 23.3 dos procedimentos de rede do ONS.

Também cumpre ressaltar que ciclos de sobrecarga subsequentes, decorrentes de contingência no sistema, devem respeitar o tempo necessário para que os cabos alcancem temperaturas iguais ou inferiores à máxima temperatura obtida no item 1.

## 9.3 Simulações e Dimensionamento

### 9.3.1 Seleção das seções dos cabos

Com base nos dados, premissas e critérios apresentados, foram realizadas simulações com cabos distintos e os principais resultados estão dispostos na Tabela 9-3. O cabo de alumínio 2000 mm<sup>2</sup> é o cabo de menor bitola que atende aos cenários dimensionadores e aos critérios definidos e, por razões técnicas e econômicas, será recomendado para a solução de referência dos trechos subterrâneos da LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes, C1 e C2.

**Tabela 9-3 Temperaturas para diferentes cabos e condições de operação**

| Linha de Transmissão                              | Cabo                          | Temperatura [ °C] |            |
|---|-------------------------------|-------------------|------------|
|   |                               | N                 | N-1 (96 h) |
| LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes, C1 e C2 | Al 1600 mm <sup>2</sup>       | 71                | 99         |
|   | <b>Al 2000 mm<sup>2</sup></b> | <b>65</b>         | <b>86</b>  |

### 9.3.2 Definição das capacidades operativas

Visando a especificar as capacidades operativas da LT, nesta seção são apresentados os resultados de simulações realizadas com o cabo selecionado. Neste caso, essas capacidades foram definidas visando a utilizar a máxima ampacidade possível, respeitando-se os dados, premissas e critérios definidos bem como os fluxos verificados na Tabela 9-2. Os resultados estão apresentados na Tabela 9-4.

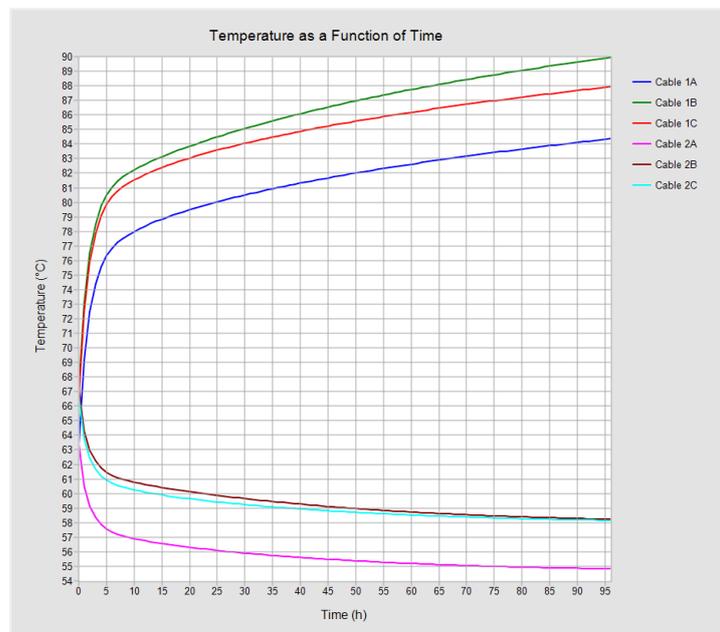
**Tabela 9-4 Capacidades operativas definidas para a LT**

| Linha de Transmissão                              | Cabo                    | Capacidade em N [A] | Fator de carga em N <sup>(1)</sup> | Capacidade em N-1 [A] | Capacidade em N-2 [A] |
|---|-------------------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes, C1 e C2 | Al 2000 mm <sup>2</sup> | 871                 | 0,80                               | 1338 <sup>(2)</sup>   | 1651 <sup>(3)</sup>   |

(1) Fator de carga para a condição normal. Na condição de contingência o fator de carga considerado é unitário.

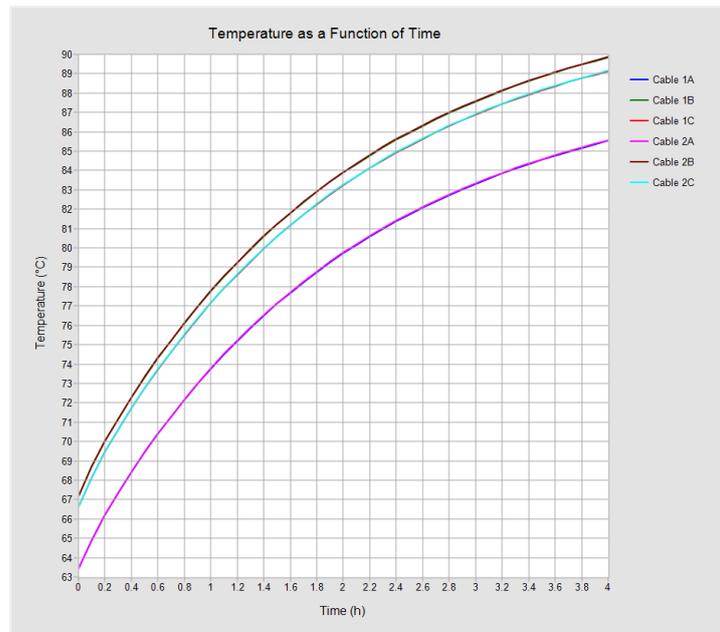
(2) Corrente resultante da contingência de elemento instalado no mesmo local (vala, túnel etc).

(3) Corrente resultante para período de tempo de 4 horas associada a contingência de elemento instalado em local distinto dos cabos.



**Figura 9-1 Temperatura dos cabos da LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes, C1 e C2, trecho subterrâneo, na situação de contingência de um dos circuitos**

A Figura 9-1 é obtida a partir da aplicação de um degrau de carga na contingência de um dos circuitos, resultando em um carregamento de 1338 A, conforme Tabela 9-4. Essa situação é limitante e define as capacidades operativas da solução de referência, segundos os critérios apresentados na Seção 9.2. Além disso, a Figura 9-1 mostra a influência mútua que os cabos exercem no comportamento térmico do trecho subterrâneo.



**Figura 9-2 Temperatura dos cabos da LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes, C1 e C2, trecho subterrâneo, na situação de contingência de elemento instalado em local distinto dos cabos para um período de até 4 horas**

A Figura 9-2 é obtida a partir da aplicação de um degrau de carga na contingência de elemento instalado em local distinto dos circuitos, resultando em um carregamento de 1651 A, conforme Tabela 9-4. Essa situação atende aos critérios apresentados na Seção 9.2.

## 9.4 Características Técnicas das Soluções de Referência

### 9.4.1 Características elétricas

Tendo em vista os resultados das análises realizadas, os parâmetros elétricos e capacidades operativas estão sumarizados na Tabela 9-5.

**Tabela 9-5 Características elétricas básicas da LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes, C1 e C2**

| Tipo                     | Cabo                             | Capacidade por circuito <sup>(1)</sup><br>[MVA] |                 |                 | Parâmetros de sequência a 50 °C |                   |                   |                 |
|--------------------------|----------------------------------|---|-----------------|-----------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
|                          |                                  | Normal N  | Conting.<br>N-1 | Conting.<br>N-2 | seq.                            | r [ $\Omega$ /km] | x [ $\Omega$ /km] | b [ $\mu$ S/km] |
| 2 Circuitos<br>Verticais | Alumínio<br>2000 mm <sup>2</sup> |   |                 |                 | +                               | 0,0172            | 0,2532            | 83,24           |
|                          |                                  | 520   | 800             | 987             | 0                               | 0,1072            | 0,0883            | 83,24           |
|                          |                                  |   |                 |                 | mut.0                           | 0,0037            | 0,0117            | -               |

<sup>(1)</sup> Valor em MVA obtido para a tensão nominal.

### 9.4.2 Características construtivas

Na Figura 9-3 está representada a disposição geométrica dos cabos condutores e *backfill*. Por fim, a Figura 9-4 apresenta os dados técnicos dos cabos recomendados para a LT em questão.

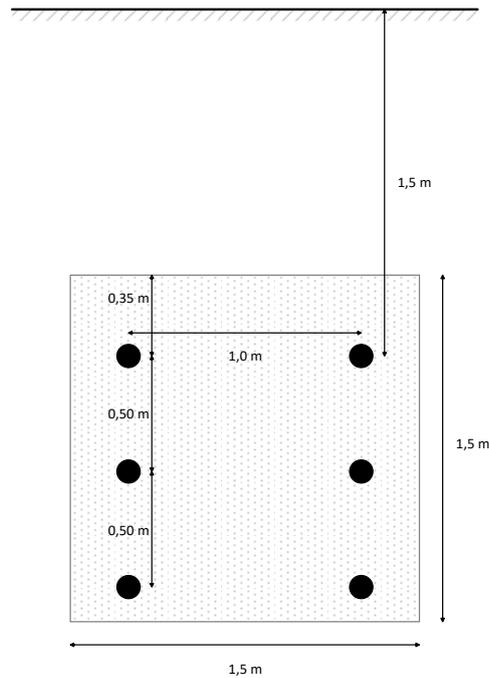


Figura 9-3 Representação esquemática da instalação dos cabos da LT 345 kV, C1 e C2

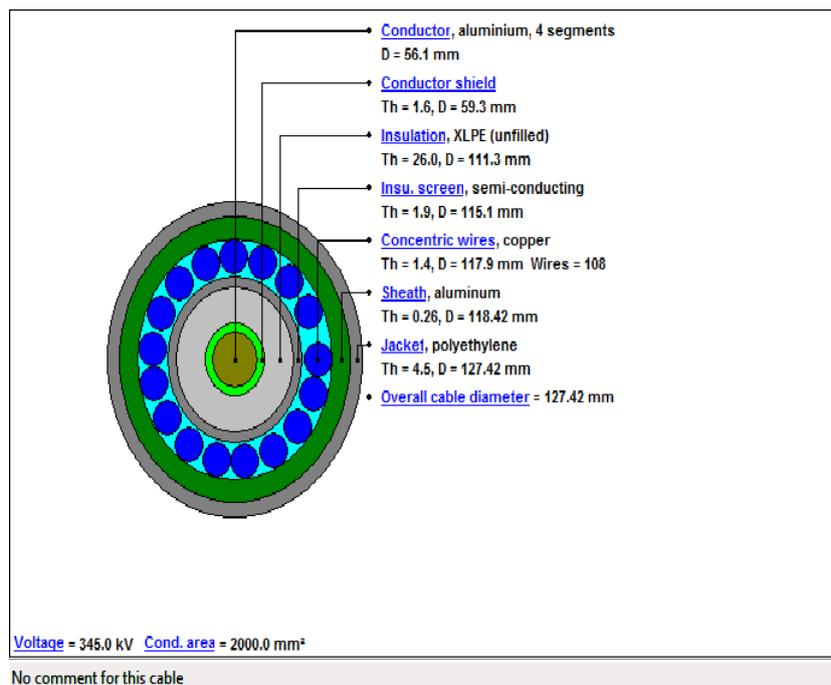
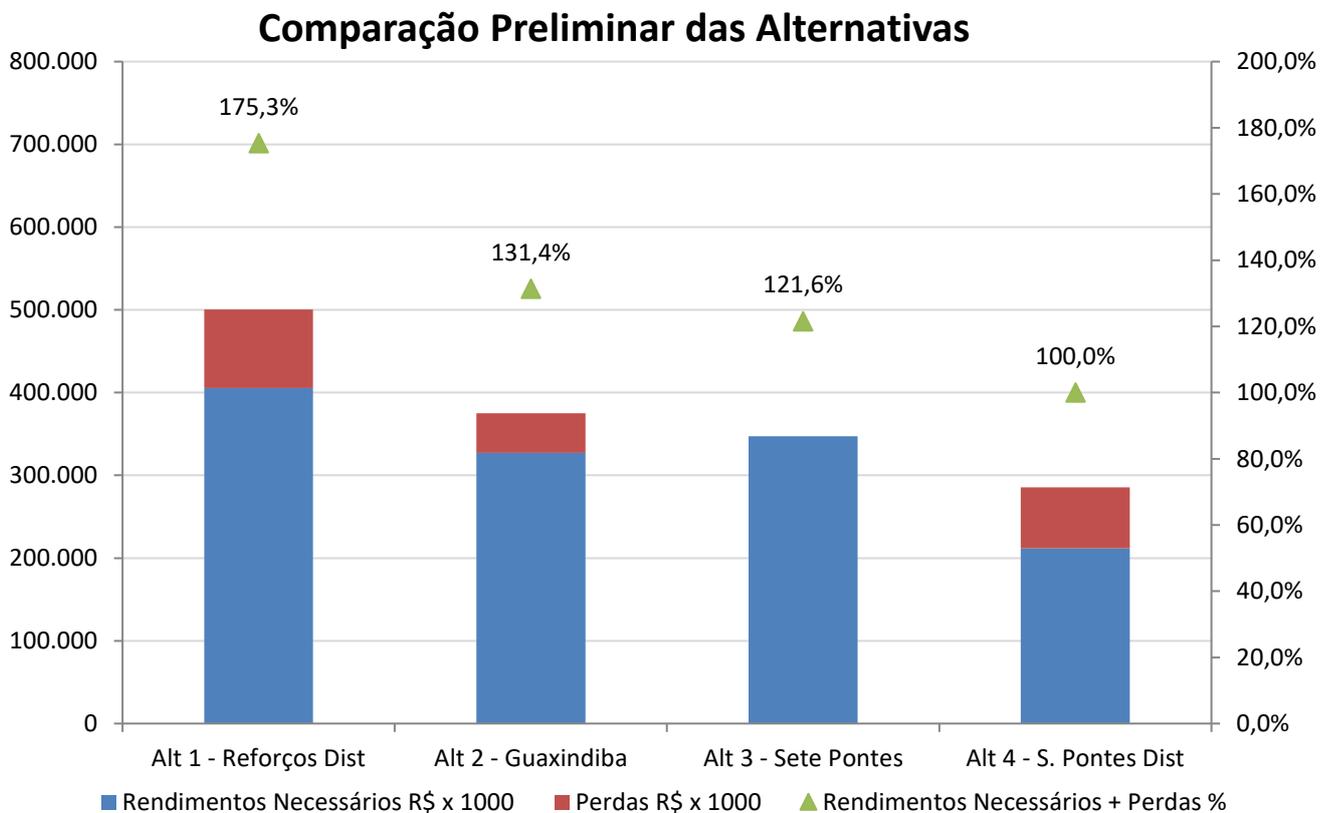


Figura 9-4 Dados construtivos do cabo de alumínio 2000 mm<sup>2</sup> de 345 kV

## 10 ANÁLISE ECONÔMICA

### 10.1 Avaliação Preliminar

Após os custos de recapacitação e desocupação de faixas estimados pela ENEL-RJ, foi feita uma comparação preliminar de alternativas para estimar a competitividade de cada uma delas. Observou-se que, além de todos os desafios associados à implantação das obras da Alternativas 1 e 2, as mesmas tinham um desempenho inferior em relação às alternativas 3 e 4, conforme indicado na Figura 10-1. Com isso, optou-se por focar as avaliações seguintes nos detalhamentos das alternativas 3 e 4, buscando otimizações e reduções de custos.



**Figura 10-1 - Comparação preliminar das alternativas**

### 10.2 Avaliação Final das Alternativas e Variantes

Em função dos resultados apresentados na Figura 10-1, do desempenho elétrico das alternativas em questão e da complexidade de implantação das obras de distribuição das Alternativas 1 e 2, detalhou-se as Alternativas 3 e 4, as quais correspondem à injeção em Sete Pontes.

Neste sentido, as alternativas avaliadas tiveram seus planos de obras e investimentos detalhados e orçados de acordo com a base de preços da ANEEL e com informações relevantes obtidas com a distribuidora ENEL-RJ e estão apresentados nas tabelas do Anexo 3 – Plano de Obras das Alternativas.

Ressalta-se que estes valores foram utilizados apenas para comparação relativa entre alternativas, não servindo como base para orçamentos e execução de obras.

A Tabela 10-1 apresenta os custos dos investimentos das alternativas analisadas, ao passo que a Tabela 10-3 apresenta a composição e o custo total levando-se em consideração os investimentos (rendimentos necessários) e o diferencial de perdas. Utilizou-se a margem percentual de 5% no custo total para configurar o empate econômico entre alternativas.

**Tabela 10-1 - Alternativas avaliadas e seus valores presentes**

| Alternativa | VP do total de investimentos |        |       |
|-------------|------------------------------|--------|-------|
|             | Custos<br>(R\$ x 1000)       | (%)    | Ordem |
| 3           | 319.242,63                   | 164,8% | 3º    |
| 3A          | 275.438,75                   | 142,2% | 2º    |
| 4           | 193.745,21                   | 100,0% | 1º    |
| 5           | 330.885,77                   | 170,8% | 4º    |

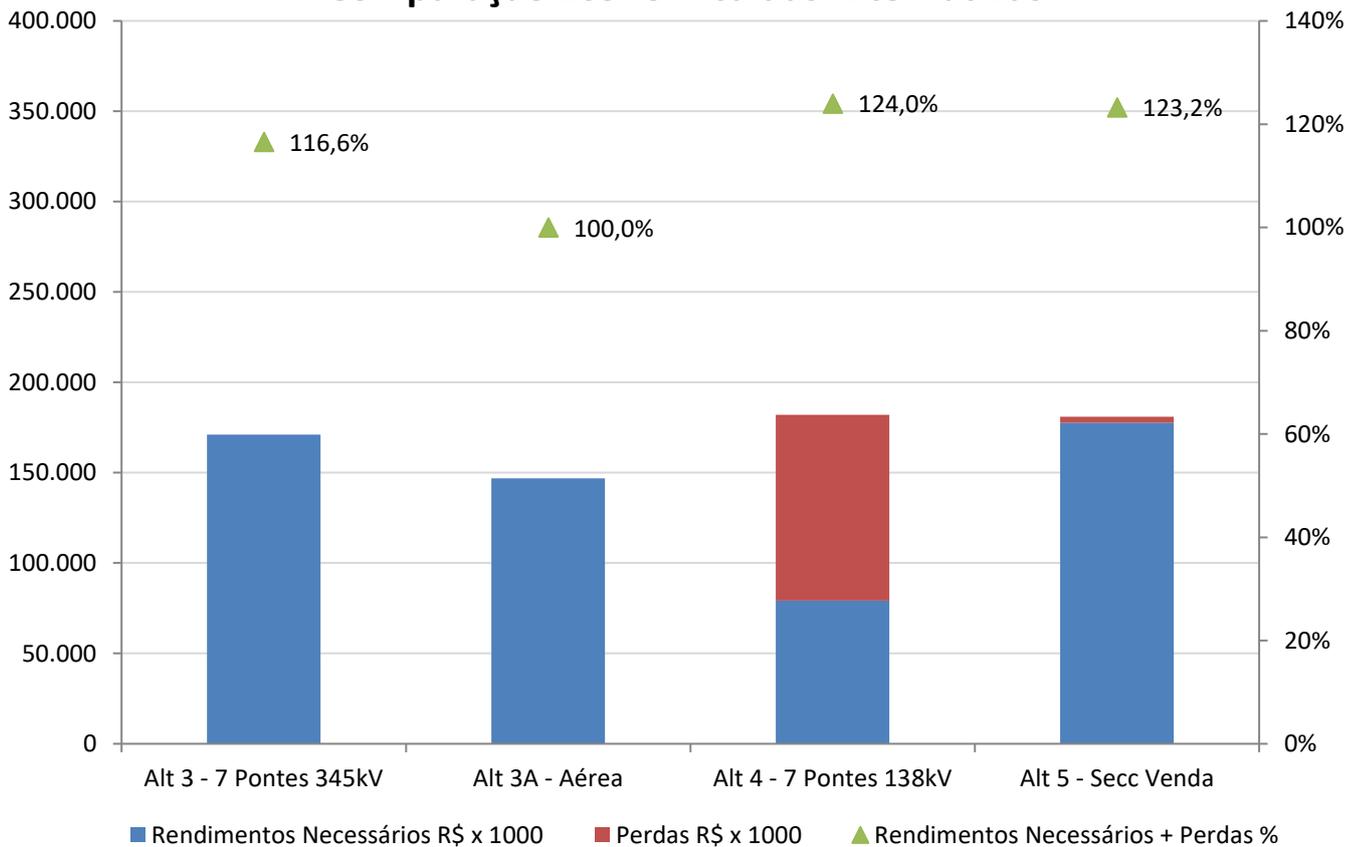
**Tabela 10-2 - Rendimentos necessários e perdas das alternativas avaliadas**

| Alternativa | Rendimentos Necessários |        |       | Perdas                 |             |       |
|-------------|-------------------------|--------|-------|------------------------|-------------|-------|
|             | Custos<br>(R\$ x 1000)  | (%)    | Ordem | Custos<br>(R\$ x 1000) | Diferencial | Ordem |
| 3           | 171.119,22              | 215,9% | 3º    | 44.977.746             | 0,00        | 1º    |
| 3A          | 146.812,66              | 185,3% | 2º    | 44.977.746             | 0,00        | 1º    |
| 4           | 79.246,14               | 100,0% | 1º    | 45.080.585             | 102.839,63  | 4º    |
| 5           | 177.579,94              | 224,1% | 4º    | 44.981.109             | 3.363,52    | 3º    |

**Tabela 10-3 - Custos totais (Rendimentos Necessários e Perdas Elétricas) das alternativas**

| Alternativa | Rendimentos Necessários + Perdas |        |       |
|-------------|----------------------------------|--------|-------|
|             | Custos<br>(R\$ x 1000)           | (%)    | Ordem |
| 3           | 171.119,22                       | 116,6% | 2º    |
| 3A          | 146.812,66                       | 100,0% | 1º    |
| 4           | 182.085,77                       | 124,0% | 4º    |
| 5           | 180.943,46                       | 123,2% | 3º    |

**Comparação Econômica das Alternativas**



**Figura 10-2 - Gráfico de comparação econômica de alternativas**

Os dados da Tabela 10-2 e da Tabela 10-3 foram sumarizados na Figura 10-2, da qual é possível constatar os seguintes pontos:

- Embora a Alt 4 – Reforços 138 kV via Sete Pontes tenha o menor custo de investimento, esta foi a alternativa com pior desempenho nas perdas elétricas;
- O uso de circuitos subterrâneos (4 km) eleva o custo da obra em 61,3 milhões de reais e representa cerca de 38% do investimento total da LT Venda das Pedras – Sete Pontes (42 km);

- A Alt 3A – LT Totalmente Aérea é a solução de mínimo custo global e possui um desempenho equivalente à alternativa 3 no aspecto de perdas elétricas, além de ter melhor capacidade de transmissão de potência por não usar trechos subterrâneos;
- O seccionamento do circuito remanescente do eixo Adrianópolis – Comperj - Lagos- Magé na SE Venda das Pedras (Alt 3B) se mostrou mais caro e com maiores perdas do que a construção de uma nova LT 345 kV entre Comperj e Venda das Pedras.

## 11 ENERGIZAÇÃO E REJEIÇÃO DE CARGA

Levando em consideração as distâncias envolvidas nas LTs estudadas, optou-se por iniciar os estudos de energização e rejeição de carga sem considerar compensações *shunt* nas linhas de transmissão e simular diversas situações operativas afim de verificar se os limites operativos são respeitados nas diversas manobras envolvidas durante rejeições, energizações e recomposições do sistema.

Para as análises de energização, utilizou-se os casos de carga leve, de forma a simular o pior cenário de suporte de reativo para o eixo 345 kV planejado para buscar as situações mais desafiadoras de controle de sobretensões decorrentes das manobras. A Tabela 11-1 ilustra os resultados obtidos para a análise de tensão de terminal aberto para todas as LTs 345 kV indicadas neste estudo. Como esperado, dada as curtas distâncias envolvidas, não foram necessários equipamentos adicionais para controle de reativos na região.

**Tabela 11-1 - Tensões de Terminal Aberto (pu), Cenário Norte Úmido, Carga Leve 2025**

| Linha de Transmissão                                | Compr. (km) | Tensão (pu)      |                 |
|---|-------------|------------------|-----------------|
|   |             | Terminal Emissor | Terminal Aberto |
| <b>LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes, C1</b> | 42          | 1,024            | 1,037           |
| <b>LT 345 kV Comperj - Venda das Pedras, C1</b>     | 16          | 1,035            | 1,036           |

Para as análises de rejeição de carga, foram simulados os patamares de carga com maiores carregamentos, o que no caso em estudo se dá durante o patamar de carga pesada, conforme as características de mercado informadas no item 4.3.

Por se tratar de um sistema fortemente malhado, não foram observadas situações críticas em rejeições simples de nenhum dos circuitos estudados.

**Tabela 11-2 - Tensões de Terminal Aberto (pu) , Cenário Norte Seco, Carga Máxima 2034**

| Linha de Transmissão                                | Compr. (km) | Tensão (pu)      |                 |
|---|-------------|------------------|-----------------|
|   |             | Terminal Emissor | Terminal Aberto |
| <b>LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes, C1</b> | 42          | 1,020            | 1,012           |
| <b>LT 345 kV Comperj - Venda das Pedras, C1</b>     | 16          | 1,024            | 1,036           |

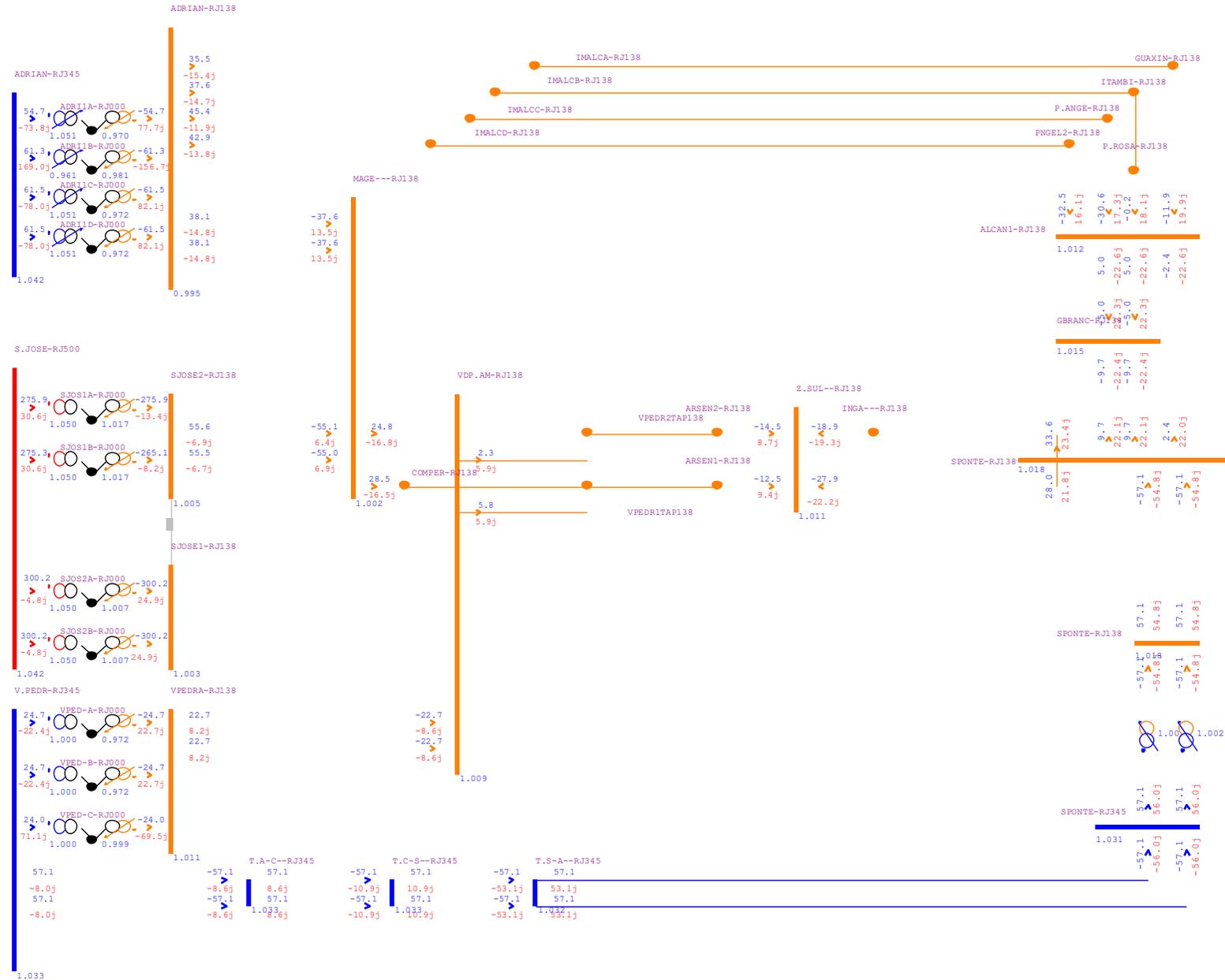


Figura 11-1 - Fluxos na rede de interesse, carga leve, cenário norte úmido, ano 2025

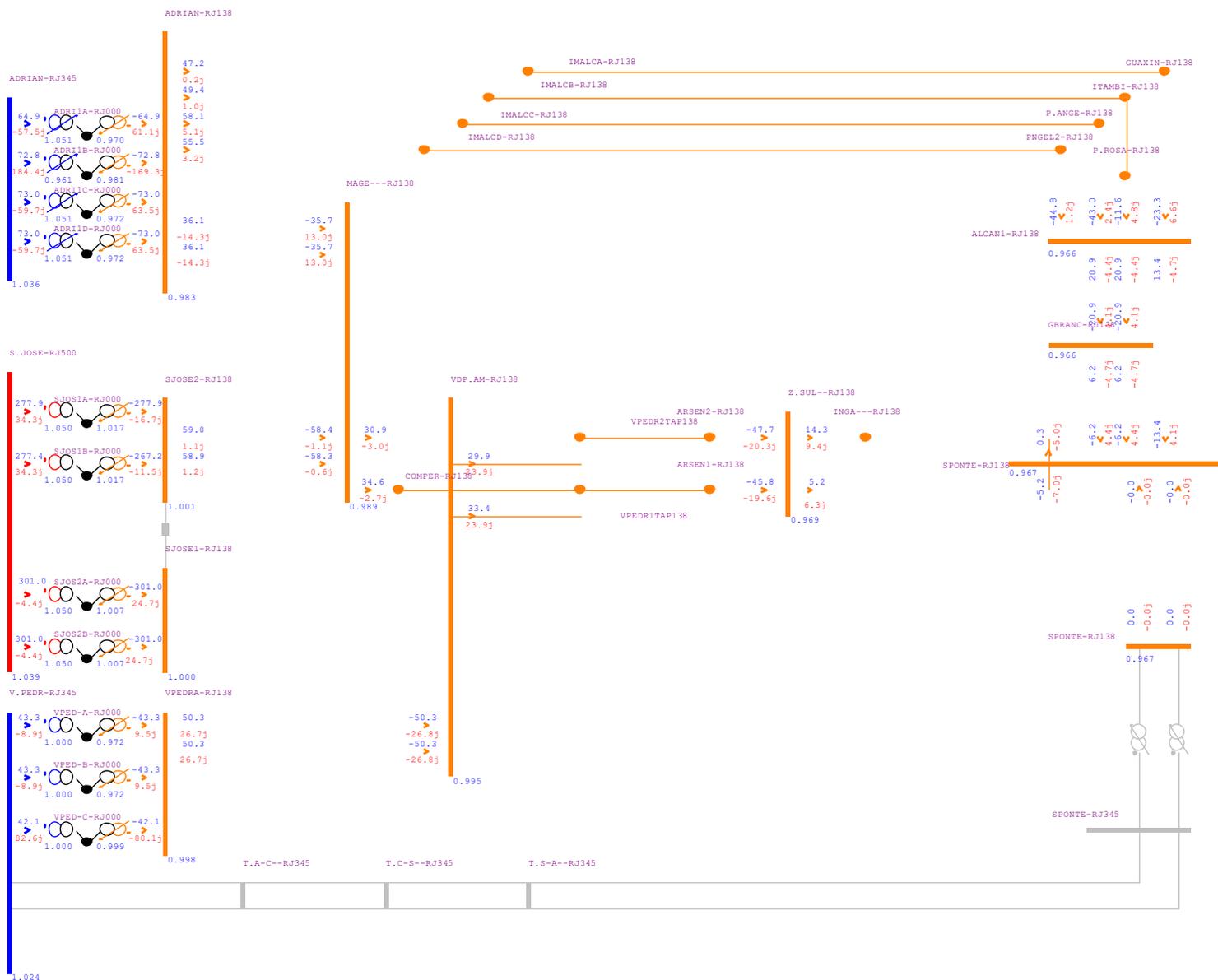


Figura 11-2 - LT Venda das Pedras - Sete Pontes C1 – pré recomposição

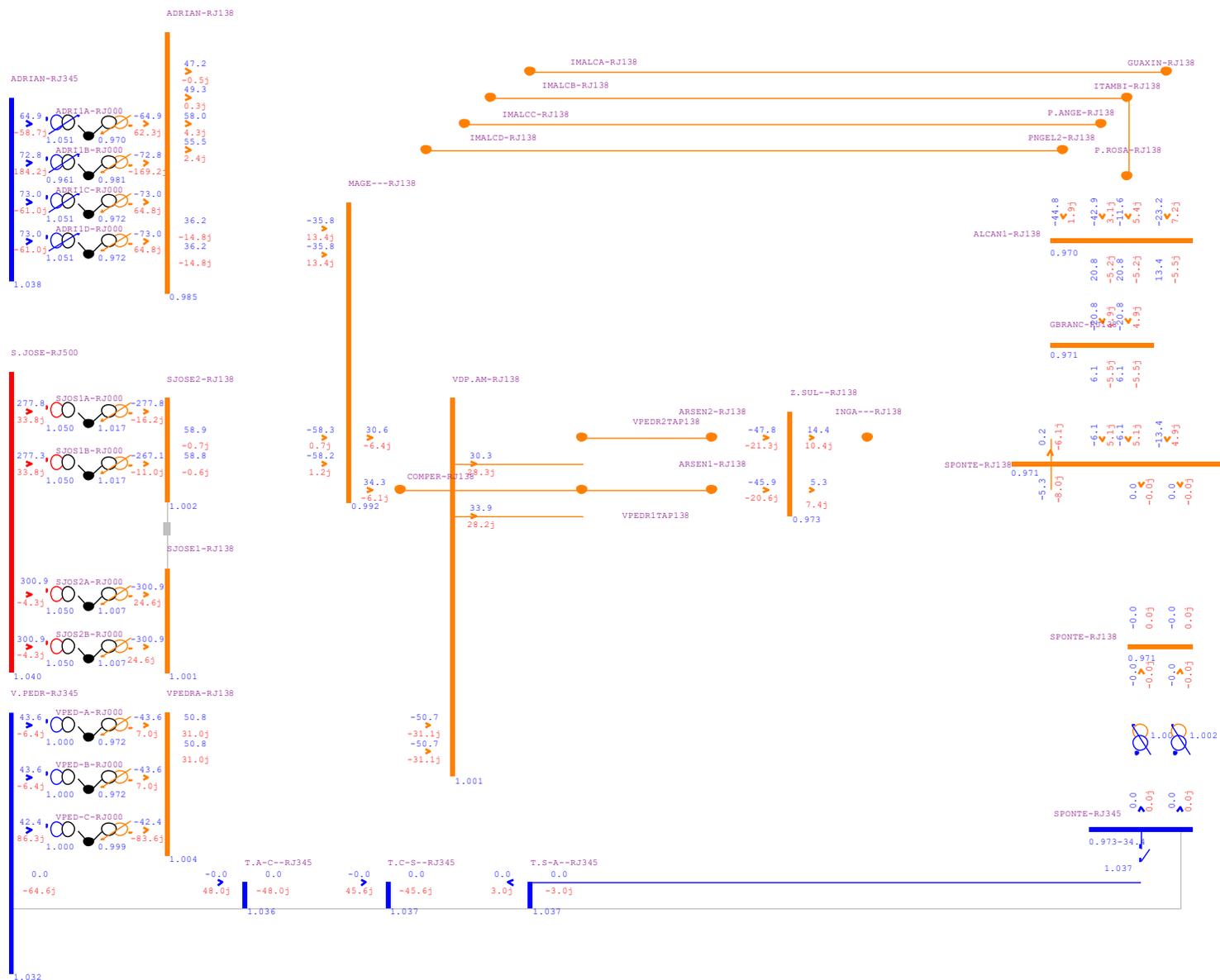


Figura 11-3 - Tensão de terminal aberto da LT Venda das Pedras - Sete Pontes C1

## 12 ANÁLISE DE CURTO-CIRCUITO

Para as análises de níveis de curto-circuito foram consideradas todas as obras implantadas da alternativa recomendada (Alternativa 3) e o sistema em regime subtransitário com todas as máquinas sincronizadas, utilizando a base de dados referente ao PDE 2029.

Os valores de corrente de curto-circuito trifásico e monofásico, além da relação X/R para as principais subestações de interesse do estudo são apresentadas na Tabela 12-1 e Tabela 12-2. Como esperado, em função da característica da obra recomendada, não foi identificada superação na capacidade de interrupção dos disjuntores das SEs da região de análise.

**Tabela 12-1 - Níveis de curto-circuito trifásico e relação X/R nas subestações da região de interesse**

| Barra            | Tensão (kV) | 2025 (sem obras) |       | 2034 (com obras) |       | Capacidade de interrupção do disjuntor [kA] |
|------------------|-------------|------------------|-------|------------------|-------|---|
|                  |             | 3 $\phi$ [kA]    | X/R   | 3 $\phi$ [kA]    | X/R   |   |
| Sete Pontes      | 345         | -                | -     | 11,22            | 10,80 | -   |
|                  | 138         | 13,57            | 10,89 | 23,64            | 10,14 | 40  |
| Venda das Pedras | 345         | 10,22            | 9,49  | 15,51            | 11,59 | 50  |
|                  | 138         | 20,36            | 12,21 | 26,26            | 11,46 | 40  |
| Comperj          | 345         | 9,54             | 20,01 | 14,95            | 12,10 | 40  |
| Adrianópolis     | 500         | 32,03            | 19,91 | 30,12            | 20,19 | 31,5  |
|                  | 345         | 31,84            | 20,11 | 30,74            | 20,43 | 40  |
|                  | 138         | 32,06            | 20,6  | 32,23            | 19,64 | 40  |
| São José         | 500         | 27,07            | 18,88 | 25,95            | 20,97 | 40  |
|                  | 138         | 45,85            | 17,96 | 48,73            | 16,23 | 50  |

**Tabela 12-2 - Níveis de curto-circuito monofásico e relação X/R nas subestações da região de interesse**

| Barra            | Tensão (kV) | 2025 (sem obras) |       | 2034 (com obras) |       | Capacidade de interrupção do disjuntor [kA] |
|------------------|-------------|------------------|-------|------------------|-------|---|
|                  |             | 1 $\phi$ [kA]    | X/R   | 1 $\phi$ [kA]    | X/R   |   |
| Sete Pontes      | 345         | -                | -     | 9,79             | 9,27  | -   |
|                  | 138         | 7,46             | 4,42  | 22,79            | 9,87  | 40  |
| Venda das Pedras | 345         | 7,95             | 13,56 | 14,68            | 10,77 | 50  |
|                  | 138         | 20,07            | 11,24 | 27,63            | 12,35 | 40  |
| Comperj          | 345         | 5,14             | 5,25  | 16,09            | 12,89 | 40  |
|                  | 500         | 27,54            | 11,52 | 26,36            | 11,72 | 31,5  |
| Adrianópolis     | 345         | 30,69            | 15,06 | 30,20            | 15,12 | 40  |
|                  | 138         | 35,75            | 21,33 | 36,11            | 20,47 | 40  |
| São José         | 500         | 23,19            | 10,14 | 23,85            | 12,3  | 40  |
|                  | 138         | 42,04            | 33,79 | 48,31            | 14,76 | 50  |

## 13 BIBLIOGRAFIA

1. EPE. **Diretrizes para Elaboração dos Relatórios Técnicos Referentes às Novas Instalações da Rede Básica**. EPE. Rio de Janeiro. 2016.
2. CCPE/CTET. **Critérios e Procedimentos para o Planejamento da Expansão dos Sistemas de Transmissão**. CCPE/CTET. Brasília. 2002.
3. EPE. **Banco de Preços de Referência da ANEEL: Atualização dos Valores para a Data-Base Maio de 2019**. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro, p. 1. 2019. (EPE-DEE-IT-054/2019).
4. EPE. **Custo Marginal de Expansão do Setor Elétrico Brasileiro - Metodologia e Cálculo**. EPE. Rio de Janeiro, p. 34. 2018. (EPE-DEE-RE-55/2018 – r1).
5. ANEEL. **Base de Referência de Preços ANEEL**, 2017. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/atreh2009758.pdf>>. Acesso em: 2018 jan. 01.
6. EPE. **Custo Marginal de Expansão do Setor Elétrico Brasileiro – Metodologia e Cálculo**. EPE. Rio de Janeiro. 2017.
7. CEPEL. [http://www.cepel.br/pt\\_br/produtos/elektra-dimensionamento-custeio-e-otimizacao-de-lts-1](http://www.cepel.br/pt_br/produtos/elektra-dimensionamento-custeio-e-otimizacao-de-lts-1)
8. INMET. Normal Climatológico do Brasil 1981-2010: Temperatura Máxima. <http://www.inmet.gov.br/portal/>
9. ONS. Procedimentos de Rede – Submódulo 2.4 – Requisitos Mínimos Para Linhas de Transmissão. 2016.
10. <http://www.cyme.com/software/cymcap/>
11. INMET. BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. <http://www.inmet.gov.br/portal/>
12. Almeida, J. H. M., Carvalho Jr, D. S., Lima, S. F. F., Schmidt, F. e Carvalho, C. B. C. - Linhas De Transmissão Com Cabos Isolados De Alta E Extra Alta Tensão No Brasil: Uma Realidade Com Demanda Crescente – XXV SNPTEE, Novembro de 2019

## 14 EQUIPE TÉCNICA

| <b>Nome</b>         | <b>Instituição</b> |
|---------------------|--------------------|
| André Cassino       | EPE/SMA            |
| Carolina Borges     | EPE/STE            |
| Daniel Filipe Silva | EPE/SMA            |
| Fabiano Schmidt     | EPE/STE            |
| Giovani Zapparoli   | ENEL RIO           |
| Lucas Sampaio       | ENEL RIO           |
| Lucas Simões        | EPE/STE            |
| Sergio Falcão       | EPE/STE            |

## 15 FICHA PET

### INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE REDE BÁSICA

#### Sistema Interligado da Região SUDESTE

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <b>EMPREENDIMENTO:</b>                  | <b>UF: RJ</b>                        |
| <b>SE 345/138 kV Sete Pontes (Nova)</b> | <b>DATA DE NECESSIDADE: JAN/2025</b> |
|   | <b>PRAZO DE EXECUÇÃO: 60 MESES</b>   |

#### JUSTIFICATIVA:

ATENDIMENTO ÀS CARGAS DE NITERÓI, MAGÉ E SÃO GONÇALO

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

|  |           |
|--|-----------|
| 1° e 2° ATF 345/138 kV, (6+1R) x 200 MVA 1Φ                        | 69.085,38 |
| 2 CT (Conexão de Transformador) 345 kV, Arranjo BD3 <sup>(1)</sup> | 28.772,72 |
| 2 CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BD3 <sup>(1)</sup> | 17.004,68 |
| 1 IB (Interligação de Barras) 345 kV, Arranjo BD3 <sup>(1)</sup>   | 13.756,76 |
| MIM - 345 kV   | 3.153,62  |
| MIM - 138 kV   | 979,95    |
| MIG (Terreno Urbano)   | 21.469,80 |

**TOTAL DE INVESTIMENTOS PREVISTOS: 154.222,91**

#### SITUAÇÃO ATUAL:

**OBSERVAÇÕES:** (1) DADA A AUSÊNCIA DE INFORMAÇÕES RELATIVAS À CONFIGURAÇÃO BD3 EM [1], FORAM CONSIDERADOS REFERENCIALMENTE OS CUSTOS RELATIVOS A UMA CONFIGURAÇÃO BD4.

#### DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA:

[1] CUSTOS MODULARES DA ANEEL – JUNHO DE 2017.

INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO DE REDE BÁSICA

**Sistema Interligado da Região SUDESTE**

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| <b>EMPREENDIMENTO:</b>   | <b>UF: RJ</b>                        |
| <b>LT 345 kV VENDA DAS PEDRAS - SETE PONTES, C1 e C2 (CD) (Nova)</b> | <b>DATA DE NECESSIDADE: JAN/2025</b> |
|  | <b>PRAZO DE EXECUÇÃO: 60 MESES</b>   |

**JUSTIFICATIVA:**

ATENDIMENTO ÀS CARGAS DE NITERÓI, MAGÉ E SÃO GONÇALO

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

|  |           |
|--|-----------|
| Circuito Duplo 345 kV, 3 x 795 MCM (TERN), 34 km, trecho aéreo convencional      | 60.848,10 |
| Circuito Duplo 345 kV, 3 x 795 MCM (TERN), 6 km, trecho aéreo com vãos reduzidos | 13.422,38 |
| 2 EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo DJM // Venda das Pedras                  | 11.979,28 |
| 2 EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo BD3 <sup>(1)</sup> // Sete Pontes        | 12.638,80 |
| 2 IB (Interligação de Barras) 345 kV, Arranjo DJM // Venda das Pedras            | 13.756,76 |
| MIG-A // Venda das Pedras  | 2.050,98  |
| MIM - 345 kV // Venda das Pedras   | 4.468,27  |

**TOTAL DE INVESTIMENTOS PREVISTOS: 119.164,57**

**SITUAÇÃO ATUAL:**

**OBSERVAÇÕES:** (1) DADA A AUSÊNCIA DE INFORMAÇÕES RELATIVAS À CONFIGURAÇÃO BD3 EM [1], FORAM CONSIDERADOS REFERENCIALMENTE OS CUSTOS RELATIVOS A UMA CONFIGURAÇÃO BD4.

**DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA:**

[1] CUSTOS MODULARES DA ANEEL – JUNHO DE 2017.

### Sistema Interligado da Região SUDESTE

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| <b>EMPREENHIMENTO:</b><br><br><b>LT 345 kV COMPERJ - VENDA DAS PEDRAS, C1 (Nova)</b> | <b>UF:</b> RJ                        |
|  | <b>DATA DE NECESSIDADE:</b> JAN/2025 |
|  | <b>PRAZO DE EXECUÇÃO:</b> 60 MESES   |

**JUSTIFICATIVA:**

ATENDIMENTO AO CRITÉRIO 'N-1' NAS CONTINGÊNCIAS DA REDE DE 345 kV DA REGIÃO

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

|   |           |
|---|-----------|
| Circuito Simples 345 kV, 3 x 795 MCM (TERN), 16 km              | 17.072,96 |
| 1 EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo DJM // Comperj          | 5.989,64  |
| 1 EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo DJM // Venda das Pedras | 5.989,64  |
| 1 IB (Interligação de Barras) 345 kV, Arranjo DJM // Comperj    | 6.878,38  |
| MIG-A // Comperj  | 2.019,96  |
| MIM - 345 kV // Comperj   | 2.102,42  |

**TOTAL DE INVESTIMENTOS PREVISTOS:** 40.053,00

**SITUAÇÃO ATUAL:**

**OBSERVAÇÕES:**

**DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA:**

[1] CUSTOS MODULARES DA ANEEL – JUNHO DE 2017.

## 16 ANEXOS

## 16.1 Anexo 1 - Parâmetros Elétricos

Tabela 16-1 – Características das LTs – Alternativa 3A

| Linha de Transmissão                       | Circ.     | Tensão (kV) | Compr. (km) | Condutor     | Normal (MVA) | Emerg. (MVA) |
|--|-----------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Venda das Pedras – Sete Pontes</b>      | <b>CD</b> | <b>345</b>  | <b>40,0</b> | -            | -            | -            |
| <i>Trecho 1 – Aérea</i>                    | <i>CD</i> | <i>345</i>  | <i>28,9</i> | <i>3x795</i> | <i>1375</i>  | <i>1855</i>  |
| <i>Trecho 2 – Aérea com vãos reduzidos</i> | <i>CD</i> | <i>345</i>  | <i>6,0</i>  | <i>3x795</i> | <i>1375</i>  | <i>1855</i>  |
| <i>Trecho 4– Aérea</i>                     | <i>CD</i> | <i>345</i>  | <i>5,1</i>  | <i>3x795</i> | <i>1375</i>  | <i>1855</i>  |
| <b>Comperj – Venda das Pedras</b>          | <b>CS</b> | <b>345</b>  | <b>16,0</b> | <i>3x795</i> | <i>1375</i>  | <i>1855</i>  |

Tabela 16-2 - Parâmetros elétricos das LTs – Alternativa 3A (base de 100 MVA)

| Linha de Transmissão                       | Parâmetros da Torre de Referência |                       |                     |                       |                       |                     |                         |        |          |
|--|-----------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------|--------|----------|
|  | Parâmetros Distribuídos (por km)  |                       |                     |                       |                       |                     | Parâmetros Concentrados |        |          |
|  | R1<br>( $\Omega$ /km)             | X1<br>( $\Omega$ /km) | B1<br>( $\mu$ S/km) | R0<br>( $\Omega$ /km) | X0<br>( $\Omega$ /km) | B0<br>( $\mu$ S/km) | R1(%)                   | X1(%)  | B1(Mvar) |
| <b>Venda das Pedras – Sete Pontes</b>      |                                   |                       |                     |                       |                       |                     |                         |        |          |
| <i>Trecho 1 – Aérea</i>                    | 0,0277                            | 0,3170                | 5,2437              | 0,3380                | 1,3236                | 3,0039              | 0,0672                  | 0,7695 | 18,04    |
| <i>Trecho 2 – Aérea com vãos reduzidos</i> | 0,0277                            | 0,3170                | 5,2437              | 0,3380                | 1,3236                | 3,0039              | 0,014                   | 0,1598 | 3,74     |
| <i>Trecho 4– Aérea</i>                     | 0,0277                            | 0,3170                | 5,2437              | 0,3380                | 1,3236                | 3,0039              | 0,0119                  | 0,1358 | 3,18     |
| <b>Comperj – Venda das Pedras</b>          | 0,0277                            | 0,3317                | 4,9922              | 0,3692                | 1,2441                | 3,0712              | 0,0372                  | 0,4459 | 9,507    |

Tabela 16-3 - Parâmetros do novo transformador – Alternativa 3A

| Subestação  | Transformador | Potência [MVA] | Unidade | X [%] base 100 MVA | $\Delta$ Tape |
|-------------|---------------|----------------|---------|--------------------|---------------|
| Sete Pontes | 345/138 kV    | 600            | 1º e 2º | 2,0                | 0,90/1,10     |

## 16.2 Anexo 2 – Resultados de Fluxos de Potência

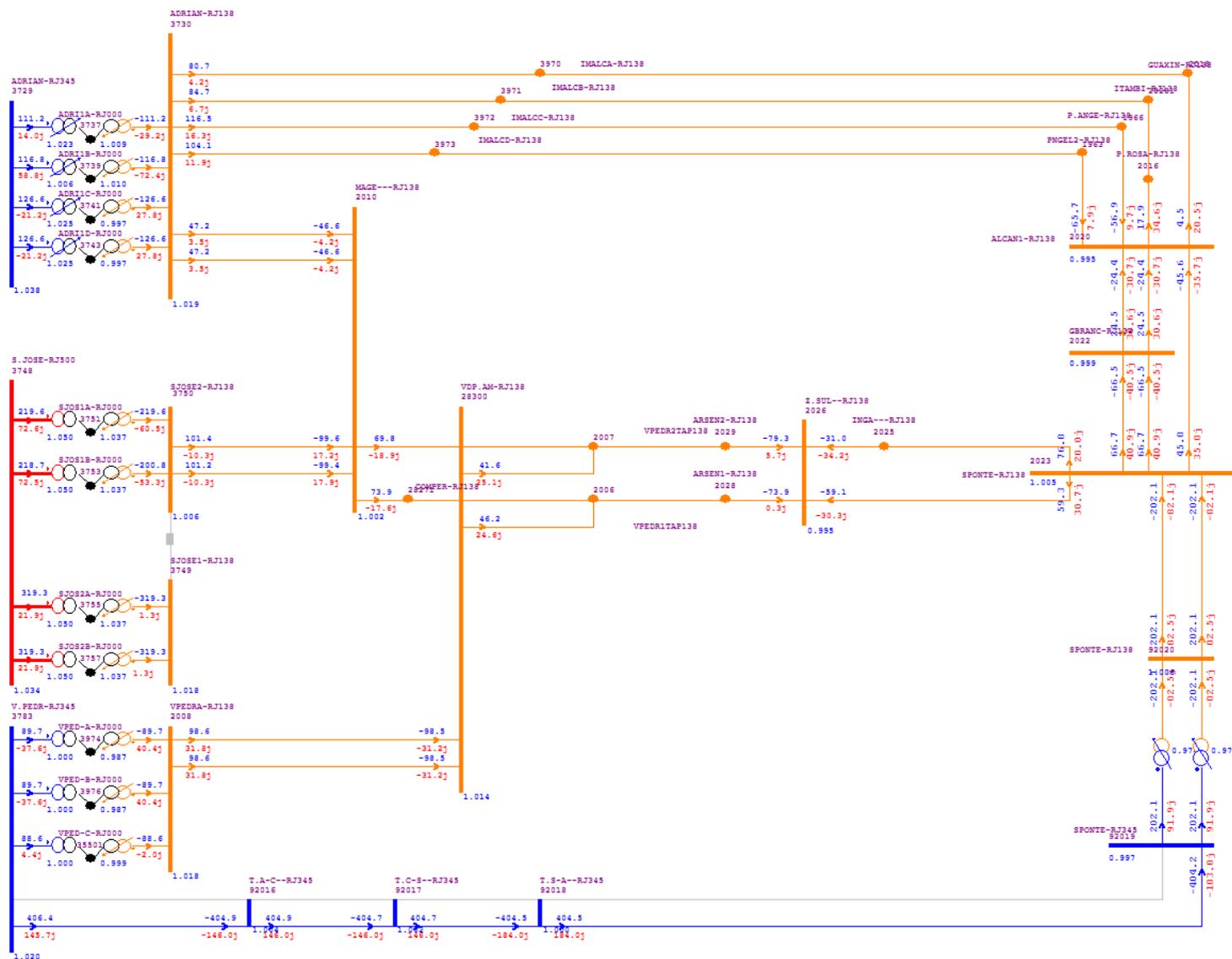


Figura 16-1 - Caso dimensionador, Alternativa 3, Contingência LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes (C1 ou C2) Ano 2025

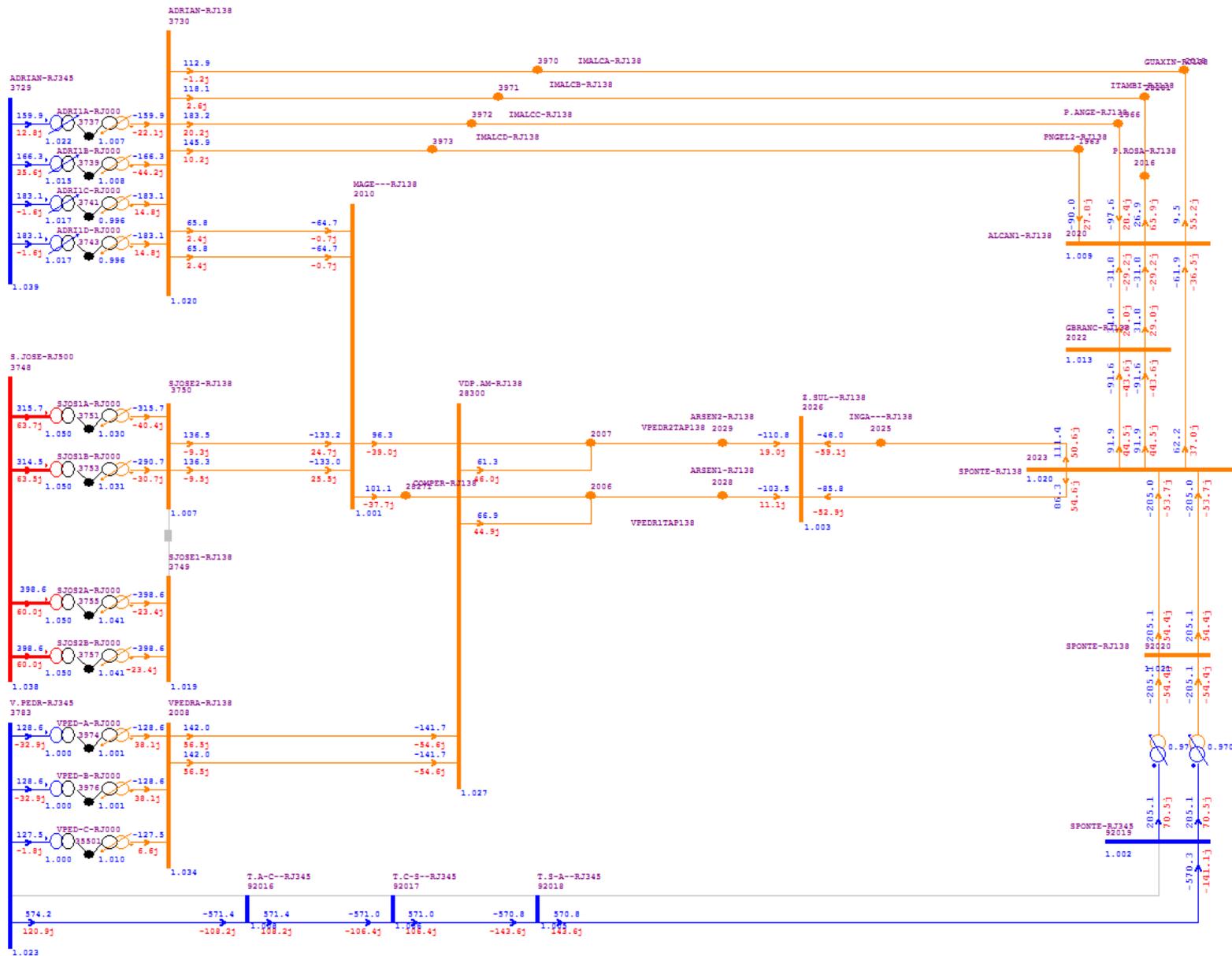


Figura 16-2 - Caso dimensionador, Alternativa 3, Contingência LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes (C1 ou C2), Ano 2034

### 16.3 Anexo 3 – Plano de Obras das Alternativas

#### 16.3.1 Alternativa 1 - Reforços na rede existente de distribuição

| Descrição  | Terminal    | Ano  | Qtde. | Fator | Custo da Alternativa ( R\$ x 1000 ) |                   |                   |                  |                   |
|--|-------------|------|-------|-------|-------------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|  |             |      |       |       | Custo Unitário (sem fator)          | Custo Total       | VP                | Parcela Anual    | RN                |
|  |             |      |       |       |                                     | <b>936.052,72</b> | <b>683.983,99</b> | <b>83.147,16</b> | <b>405.602,17</b> |
| <b>LT 138 kV ITAMBI - P. ROSA, C1   Recondutoramento (Ampliação/Adequação)</b>               |             |      |       |       |                                     | <b>136.000,00</b> | <b>136.000,00</b> | <b>12.080,53</b> | <b>99.594,76</b>  |
| Recondutoramento   |             | 2023 | 17,0  | 1,0   | 8000,00                             | 136.000,00        | 136.000,00        | 12.080,53        | 99.594,76         |
| <b>LT 138 kV ITAMBI - GUAXINDIBA, C1   Recondutoramento (Ampliação/Adequação)</b>            |             |      |       |       |                                     | <b>72.000,00</b>  | <b>72.000,00</b>  | <b>6.395,58</b>  | <b>52.726,64</b>  |
| Recondutoramento   |             | 2023 | 9,0   | 1,0   | 8000,00                             | 72.000,00         | 72.000,00         | 6.395,58         | 52.726,64         |
| <b>LT 138 kV P. ROSA - ALCÂNTARA, C1   Recondutoramento (Ampliação/Adequação)</b>            |             |      |       |       |                                     | <b>96.000,00</b>  | <b>96.000,00</b>  | <b>8.527,43</b>  | <b>70.302,18</b>  |
| Recondutoramento   |             | 2023 | 12,0  | 1,0   | 8000,00                             | 96.000,00         | 96.000,00         | 8.527,43         | 70.302,18         |
| <b>LT 138 kV GUAXINDIBA - ALCÂNTARA, C1   Recondutoramento (Ampliação/Adequação)</b>         |             |      |       |       |                                     | <b>32.000,00</b>  | <b>32.000,00</b>  | <b>2.842,48</b>  | <b>23.434,06</b>  |
| Recondutoramento   |             | 2023 | 4,0   | 1,0   | 8000,00                             | 32.000,00         | 32.000,00         | 2.842,48         | 23.434,06         |
| <b>LT 138 kV TAP. VENDA - ARSENAL, C1 e C2 (CD)   Recondutoramento (Ampliação/Adequação)</b> |             |      |       |       |                                     | <b>260.800,00</b> | <b>130.464,93</b> | <b>23.166,19</b> | <b>46.270,98</b>  |
| Recondutoramento   |             | 2032 | 16,3  | 1,0   | 16000,00                            | 260.800,00        | 130.464,93        | 23.166,19        | 46.270,98         |
| <b>LT 138 kV ADRIANÓPOLIS - P. ANGELICA, C1   Recondutoramento (Ampliação/Adequação)</b>     |             |      |       |       |                                     | <b>256.000,00</b> | <b>138.308,83</b> | <b>22.739,82</b> | <b>56.794,94</b>  |
| Recondutoramento   |             | 2031 | 32,0  | 1,0   | 8000,00                             | 256.000,00        | 138.308,83        | 22.739,82        | 56.794,94         |
| <b>SE 138 kV ITAMBI (Ampliação/Adequação)</b>  |             |      |       |       |                                     | <b>5.048,63</b>   | <b>2.525,57</b>   | <b>448,46</b>    | <b>895,72</b>     |
| 1° Capacitor em Derivação 138 kV, 1 x 100 Mvar 3Φ  |             | 2032 | 1,0   | 1,0   | 1461,29                             | 1.461,29          | 731,01            | 129,80           | 259,26            |
| CCD (Conexão de Capacitor Derivação) 138 kV, Arranjo BPT                                     |             | 2032 | 1,0   | 1,0   | 3330,78                             | 3.330,78          | 1.666,22          | 295,86           | 590,94            |
| MIM - 138 kV   |             | 2032 | 1,0   | 1,0   | 256,56                              | 256,56            | 128,34            | 22,79            | 45,52             |
| <b>SE 69 kV INOÃ (Ampliação/Adequação)</b>   |             |      |       |       |                                     | <b>3.040,39</b>   | <b>1.520,95</b>   | <b>270,07</b>    | <b>539,42</b>     |
| 1° Capacitor em Derivação 69 kV, 1 x 19,2 Mvar 3Φ  |             | 2032 | 1,0   | 1,0   | 961,22                              | 961,22            | 480,85            | 85,38            | 170,54            |
| CCD (Conexão de Capacitor Derivação) 69 kV, Arranjo BS                                       |             | 2032 | 1,0   | 1,0   | 1951,23                             | 1.951,23          | 976,10            | 173,32           | 346,19            |
| MIM - 69 kV  |             | 2032 | 1,0   | 1,0   | 127,94                              | 127,94            | 64,00             | 11,36            | 22,70             |
| <b>LT 138 kV VENDA - ITAMBI C1 e C2 (CD) (Nova)</b>  |             |      |       |       |                                     | <b>75.163,70</b>  | <b>75.163,70</b>  | <b>6.676,60</b>  | <b>55.043,46</b>  |
| Circuito Duplo 138 kV, 2 x 795 MCM TERN 42 km  |             | 2023 | 20,0  | 3,1   | 952,37                              | 58.634,20         | 58.634,20         | 5.208,33         | 42.938,67         |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT  | Venda       | 2023 | 2,0   | 1,0   | 3446,75                             | 6.893,50          | 6.893,50          | 612,33           | 5.048,21          |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT  | Sete Pontes | 2023 | 2,0   | 1,0   | 3446,75                             | 6.893,50          | 6.893,50          | 612,33           | 5.048,21          |
| MIM - 138 kV   | Sete Pontes | 2023 | 1,0   | 1,0   | 569,10                              | 569,10            | 569,10            | 50,55            | 416,76            |
| MIM - 138 kV   | Venda       | 2023 | 1,0   | 1,0   | 569,10                              | 569,10            | 569,10            | 50,55            | 416,76            |
| MIG-A  | Venda       | 2023 | 1,0   | 1,0   | 1604,30                             | 1.604,30          | 1.604,30          | 142,51           | 1.174,85          |

**16.3.2 Alternativa 2 - Nova SE Guaxindiba 345/138 kV**

| Descrição   | Terminal      | Ano  | Qtde. | Fator | Custo da Alternativa ( R\$ x 1000 ) |                   |                   |                  |                   |
|---|---------------|------|-------|-------|-------------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|   |               |      |       |       | Custo Unitário (sem fator)          | Custo Total       | VP                | Parcela Anual    | RN                |
|   |               |      |       |       |                                     | <b>449.138,88</b> | <b>447.649,37</b> | <b>39.895,85</b> | <b>327.257,01</b> |
| <b>SE 345/138 kV GUAXINDIBA 2 (Nova)</b>  |               |      |       |       |                                     | <b>103.339,90</b> | <b>103.339,90</b> | <b>9.179,42</b>  | <b>75.677,30</b>  |
| 1° ATF 345/138 kV, (3+1R) x 133,3 MVA 1Φ  |               | 2023 | 4,0   | 1,0   | 6005,43                             | 24.021,72         | 24.021,72         | 2.133,79         | 17.591,45         |
| 2° ATF 345/138 kV, 3 x 133,3 MVA 1Φ   |               | 2023 | 3,0   | 1,0   | 6005,43                             | 18.016,29         | 18.016,29         | 1.600,34         | 13.193,59         |
| CT (Conexão de Transformador) 345 kV, Arranjo DJM   |               | 2023 | 2,0   | 1,0   | 5366,42                             | 10.732,84         | 10.732,84         | 953,37           | 7.859,81          |
| CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BD4   |               | 2023 | 2,0   | 1,0   | 3311,38                             | 6.622,76          | 6.622,76          | 588,28           | 4.849,94          |
| IB (Interligação de Barras) 345 kV, Arranjo DJM   |               | 2023 | 2,0   | 1,0   | 4968,48                             | 9.936,96          | 9.936,96          | 882,67           | 7.276,98          |
| IB (Interligação de Barras) 138 kV, Arranjo BD4   |               | 2023 | 1,0   | 1,0   | 2841,01                             | 2.841,01          | 2.841,01          | 252,36           | 2.080,51          |
| EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo DJM   |               |      | 2,0   |       |                                     |                   |                   |                  |                   |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4   |               |      | 2,0   |       |                                     |                   |                   |                  |                   |
| MIG (Terreno Urbano)  |               | 2023 | 1,0   | 1,0   | 28659,54                            | 28.659,54         | 28.659,54         | 2.545,75         | 20.987,79         |
| MIM - 345 kV  |               | 2023 | 1,0   | 1,0   | 1739,10                             | 1.739,10          | 1.739,10          | 154,48           | 1.273,57          |
| MIM - 138 kV  |               | 2023 | 1,0   | 1,0   | 769,68                              | 769,68            | 769,68            | 68,37            | 563,65            |
| <b>LT 345 kV GUAXINDIBA 2 - V. DAS PEDRAS, C1 e C2 (CD) (Nova)</b>  |               |      |       |       |                                     | <b>164.554,21</b> | <b>164.554,21</b> | <b>14.616,93</b> | <b>120.505,42</b> |
| Circuito Duplo 345 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 26 km  |               | 2023 | 26,0  | 3,7   | 1.389,79                            | 132.657,84        | 132.657,84        | 11.783,66        | 97.147,25         |
| EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo DJM   | Guaxindiba 2  | 2023 | 2,0   | 1,0   | 4677,27                             | 9.354,54          | 9.354,54          | 830,94           | 6.850,46          |
| EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo DJM   | V. das Pedras | 2023 | 2,0   | 1,0   | 4677,27                             | 9.354,54          | 9.354,54          | 830,94           | 6.850,46          |
| IB (Interligação de Barras) 345 kV, Arranjo DJM   | V. das Pedras | 2023 | 2,0   | 1,0   | 4968,48                             | 9.936,96          | 9.936,96          | 882,67           | 7.276,98          |
| MIG-A   | V. das Pedras | 2023 | 1,0   | 1,0   | 1511,23                             | 1.511,23          | 1.511,23          | 134,24           | 1.106,70          |
| MIM - 345 kV  | V. das Pedras | 2023 | 1,0   | 1,0   | 1739,10                             | 1.739,10          | 1.739,10          | 154,48           | 1.273,57          |
| <b>SECC LT 138 kV ALCÂNTARA - P. ROSA, C1 e C2 (CD), NA SE GUAXINDIBA 2 (Nova)</b>                                      |               |      |       |       |                                     | <b>14.443,45</b>  | <b>14.443,45</b>  | <b>1.282,97</b>  | <b>10.577,15</b>  |
| Seccionamento da LD 138 kV Alcântara - P. Rosa na SE Guaxindiba 2   |               | 2023 | 2,3   | 3,1   | 952,37                              | 6.742,93          | 6.742,93          | 598,96           | 4.937,95          |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4   |               | 2023 | 2,0   | 1,0   | 3565,71                             | 7.131,42          | 7.131,42          | 633,47           | 5.222,44          |
| MIM - 138 kV  |               | 2023 | 1,0   | 1,0   | 569,10                              | 569,10            | 569,10            | 50,55            | 416,76            |
| <b>SECC LT 138 kV ALCÂNTARA - GUAXINDIBA, C1 e C2 (CD), NA SE GUAXINDIBA 2 (Nova)</b>                                   |               |      |       |       |                                     | <b>13.857,11</b>  | <b>13.857,11</b>  | <b>1.230,89</b>  | <b>10.147,76</b>  |
| Seccionamento da LD 138 kV Alcântara - Guaxindiba na SE Guaxindiba 2  |               | 2023 | 2,1   | 3,1   | 952,37                              | 6.156,59          | 6.156,59          | 546,87           | 4.508,56          |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4   |               | 2023 | 2,0   | 1,0   | 3565,71                             | 7.131,42          | 7.131,42          | 633,47           | 5.222,44          |
| MIM - 138 kV  |               | 2023 | 1,0   | 1,0   | 569,10                              | 569,10            | 569,10            | 50,55            | 416,76            |
| <b>LT 138 kV GUAXINDIBA 2 - ALCÂNTARA, C1   Recondutoramento do trecho em direção a Alcântara (Ampliação/Adequação)</b> |               |      |       |       |                                     | <b>46.400,00</b>  | <b>46.400,00</b>  | <b>4.121,59</b>  | <b>33.979,39</b>  |
| Recondutoramento do trecho em direção a Alcântara, oriundo do seccionamento da LD 138 kV Alcântara - P. Rosa            |               | 2023 | 5,8   | 1,0   | 8000,00                             | 46.400,00         | 46.400,00         | 4.121,59         | 33.979,39         |
| <b>LT 138 kV GUAXINDIBA 2 - ALCÂNTARA, C2   Recondutoramento do trecho em direção a Alcântara (Ampliação/Adequação)</b> |               |      |       |       |                                     | <b>28.400,00</b>  | <b>28.400,00</b>  | <b>2.522,70</b>  | <b>20.797,73</b>  |
| Recondutoramento do trecho em direção a Alcântara oriundo do seccionamento da LD 138 kV Alcântara - Guaxindiba          |               | 2023 | 3,55  | 1,0   | 8000,00                             | 28.400,00         | 28.400,00         | 2.522,70         | 20.797,73         |
| <b>LT 138 kV ALCÂNTARA - GALO BRANCO, C1 e C2 (CS)   Recondutoramento (Ampliação/Adequação)</b>                         |               |      |       |       |                                     |                   |                   |                  |                   |

|   |             |      |          |                  |                  |                 |                  |           |          |
|---|-------------|------|----------|------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------|----------|
| Recondutoramento p/ Aeroz T Drake, C1 e C2 (CS)   | 2030        | 1,0  | 12024,00 |                  |                  |                 |                  |           |          |
| <b>LT 138 kV TAP VENDA - ARSENAL, C1 e C2 (CD)   Recondutoramento (Ampliação/Adequação)</b> |             |      |          |                  |                  |                 |                  |           |          |
| Recondutoramento p/ AeroZ T Drake   | 2033        | 1,0  | 16000,00 |                  |                  |                 |                  |           |          |
| <b>SE 69 kV INOÃ (Ampliação/Adequação)</b>  |             |      |          | <b>2.980,51</b>  | <b>1.491,00</b>  | <b>264,75</b>   | <b>528,80</b>    |           |          |
| 1° Capacitor em Derivação 69 kV, 1 x 9,6 Mvar 3Φ  | 2032        | 1,0  | 1,0      | 886,37           | 886,37           | 443,41          | 78,73            | 157,26    |          |
| CCD (Conexão de Capacitor Derivação) 69 kV, Arranjo BS                                      | 2032        | 1,0  | 1,0      | 1.951,23         | 1.951,23         | 976,10          | 173,32           | 346,19    |          |
| MIM - 69 kV   | 2032        | 1,0  | 1,0      | 142,91           | 142,91           | 71,49           | 12,69            | 25,36     |          |
| <b>LT 138 kV VENDA - ITAMBI C1 e C2 (CD) (Nova)</b>   |             |      |          | <b>75.163,70</b> | <b>75.163,70</b> | <b>6.676,60</b> | <b>55.043,46</b> |           |          |
| Circuito Duplo 138 kV, 2 x 795 MCM TERN 42 km   | 2023        | 20,0 | 3,1      | 952,37           | 58.634,20        | 58.634,20       | 5.208,33         | 42.938,67 |          |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT   | Venda       | 2023 | 2,0      | 1,0              | 3446,75          | 6.893,50        | 6.893,50         | 612,33    | 5.048,21 |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT   | Sete Pontes | 2023 | 2,0      | 1,0              | 3446,75          | 6.893,50        | 6.893,50         | 612,33    | 5.048,21 |
| MIM - 138 kV  | Sete Pontes | 2023 | 1,0      | 1,0              | 569,10           | 569,10          | 569,10           | 50,55     | 416,76   |
| MIM - 138 kV  | Venda       | 2023 | 1,0      | 1,0              | 569,10           | 569,10          | 569,10           | 50,55     | 416,76   |
| MIG-A   | Venda       | 2023 | 1,0      | 1,0              | 1604,30          | 1.604,30        | 1.604,30         | 142,51    | 1.174,85 |

**16.3.3 Alternativa 3 - Nova SE Sete Pontes 345/138 kV**

| Descrição  | Terminal         | Ano  | Qtde. | Fator | Custo da Alternativa ( R\$ x 1000 ) |                   |                   |                  |                   |
|--|------------------|------|-------|-------|-------------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|  |                  |      |       |       | Custo Unitário (sem fator)          | Custo Total       | VP                | Parcela Anual    | RN                |
|  |                  |      |       |       |                                     | <b>485.015,21</b> | <b>319.242,63</b> | <b>43.082,66</b> | <b>171.119,22</b> |
| <b>SE 345/138 kV SETE PONTES (Nova)</b>  |                  |      |       |       |                                     | <b>162.684,66</b> | <b>110.720,45</b> | <b>14.450,86</b> | <b>61.438,22</b>  |
| 1° e 2° ATF 345/138 kV, (6+1R) x 200 MVA 1Φ  |                  | 2025 | 7,0   | 1,0   | 9869,34                             | 69.085,38         | 47.018,35         | 6.136,68         | 26.090,25         |
| CT (Conexão de Transformador) 345 kV, Arranjo BD3  |                  | 2025 | 2,0   | 2,0   | 7193,18                             | 28.772,70         | 19.582,22         | 2.555,81         | 10.866,07         |
| CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BD3  |                  | 2025 | 2,0   | 2,0   | 4251,17                             | 17.004,68         | 11.573,10         | 1.510,48         | 6.421,86          |
| IB (Interligação de Barras) 345 kV, Arranjo BD3  |                  | 2025 | 1,0   | 2,0   | 6878,39                             | 13.756,77         | 9.362,63          | 1.221,98         | 5.195,27          |
| IB (Interligação de Barras) 138 kV, Arranjo BD4  |                  | 2025 | 1,0   | 2,0   | 3331,25                             | 6.662,50          | 4.534,39          | 591,81           | 2.516,11          |
| EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo BD3  |                  |      | 4,0   |       |                                     |                   |                   |                  |                   |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD3  |                  |      | 4,0   |       |                                     |                   |                   |                  |                   |
| MIM - 345 kV   |                  | 2025 | 1,0   | 0,5   | 6702,40                             | 3.351,20          | 2.280,77          | 297,68           | 1.265,59          |
| MIM - 138 kV   |                  | 2025 | 1,0   | 0,5   | 1542,14                             | 771,07            | 524,78            | 68,49            | 291,20            |
| MIG (Terreno Urbano)   |                  | 2025 | 1,0   | 0,5   | 46560,72                            | 23.280,36         | 15.844,22         | 2.067,93         | 8.791,88          |
| <b>LT 345 kV VENDA DAS PEDRAS - SETE PONTES, C1 e C2 (CD) (Nova)</b>   |                  |      |       |       |                                     | <b>179.214,84</b> | <b>121.970,61</b> | <b>15.919,19</b> | <b>67.680,88</b>  |
| Circuito Duplo 345 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 34 km, trecho convencional  |                  | 2025 | 34,0  | 1,0   | 1703,99                             | 57.935,66         | 39.430,04         | 5.146,28         | 21.879,53         |
| Circuito Duplo 345 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 4 km, trecho vãos reduzidos                                       |                  | 2025 | 4,0   | 1,25  | 1703,99                             | 8.519,95          | 5.798,53          | 756,81           | 3.217,58          |
| Circuito Duplo 345 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 4 km, trecho subterrâneo  |                  | 2025 | 4,0   | 10,0  | 1703,99                             | 68.159,60         | 46.388,28         | 6.054,44         | 25.740,62         |
| EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo DJM  | Venda das Pedras | 2025 | 2,0   | 1,0   | 5989,64                             | 11.979,28         | 8.152,90          | 1.064,09         | 4.524,00          |
| EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo BD3  | Sete Pontes      | 2025 | 2,0   | 1,0   | 6319,40                             | 12.638,80         | 8.601,75          | 1.122,67         | 4.773,07          |
| IB (Interligação de Barras) 345 kV, Arranjo DJM  | Venda das Pedras | 2025 | 2,0   | 1,0   | 6878,38                             | 13.756,76         | 9.362,62          | 1.221,98         | 5.195,27          |
| MIG-A  | Venda das Pedras | 2025 | 1,0   | 1,0   | 2019,96                             | 2.019,96          | 1.374,75          | 179,43           | 762,84            |
| MIM - 345 kV   | Venda das Pedras | 2025 | 1,0   | 1,0   | 4204,83                             | 4.204,83          | 2.861,74          | 373,50           | 1.587,96          |
| <b>LT 138 kV SETE PONTES RB - SETE PONTES ENEL, C1 e C2 (CD) (Nova)</b>                                      |                  |      |       |       |                                     | <b>19.241,61</b>  | <b>13.095,51</b>  | <b>1.709,18</b>  | <b>7.266,64</b>   |
| Circuito Duplo 138 kV, 2 x 1113 MCM (BLUEJAY), 0,1 km  |                  | 2025 | 0,1   | 1,0   | 1200,66                             | 120,07            | 81,71             | 10,67            | 45,34             |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4  | Sete Pontes RB   | 2025 | 2,0   | 1,0   | 4523,36                             | 9.046,72          | 6.157,05          | 803,60           | 3.416,51          |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4  | Sete Pontes ENEL | 2025 | 2,0   | 1,0   | 4523,36                             | 9.046,72          | 6.157,05          | 803,60           | 3.416,51          |
| MIM - 138 kV   | Sete Pontes ENEL | 2025 | 1,0   | 1,0   | 1028,10                             | 1.028,10          | 699,71            | 91,32            | 388,26            |
| <b>SECC LT 138 kV ADRIANÓPOLIS - ALCÂNTARA, C1 e C2 (CD), NA SE ITAMBI   LT que atende P. do Rosa (Nova)</b> |                  |      |       |       |                                     | <b>10.466,39</b>  | <b>7.123,25</b>   | <b>929,70</b>    | <b>3.952,66</b>   |
| Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (TERN), 1 km  |                  | 2025 | 1,0   | 1,0   | 694,55                              | 694,55            | 472,70            | 61,70            | 262,30            |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT  |                  | 2025 | 2,0   | 1,00  | 4371,87                             | 8.743,74          | 5.950,84          | 776,68           | 3.302,09          |
| MIM - 138 kV   |                  | 2025 | 1,0   | 1,0   | 1028,10                             | 1.028,10          | 699,71            | 91,32            | 388,26            |
| <b>SE 138 kV ITAMBI (Nova)</b>   |                  |      |       |       |                                     | <b>10.918,47</b>  | <b>7.430,93</b>   | <b>969,86</b>    | <b>4.123,38</b>   |
| IB (Interligação de Barras) 138 kV, Arranjo BPT  |                  | 2025 | 1,0   | 1,0   | 3423,57                             | 3.423,57          | 2.330,02          | 304,11           | 1.292,92          |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT  |                  |      | 2,0   |       |                                     |                   |                   |                  |                   |
| MIG (Terreno Rural)  |                  | 2025 | 1,0   | 1,0   | 7494,90                             | 7.494,90          | 5.100,90          | 665,75           | 2.830,47          |

|  |                  |      |      |          |                  |                  |                 |                  |
|--|------------------|------|------|----------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
| <b>SE 138 kV SETE PONTES ENEL (Ampliação/Adequação)</b>  |                  |      |      |          | <b>6.394,41</b>  | <b>2.961,85</b>  | <b>568,00</b>   | <b>871,40</b>    |
| 1° Capacitor em Derivação 138 kV, 1 x 100 Mvar 3Φ  | 2030             | 1,0  | 1,0  | 1712,42  | 1.712,42         | 793,18           | 152,11          | 233,36           |
| CCD (Conexão de Capacitor Derivação) 138 kV, Arranjo BPT   | 2030             | 1,0  | 1,00 | 4167,94  | 4.167,94         | 1.930,56         | 370,23          | 567,99           |
| MIM - 138 kV   | 2030             | 1,0  | 1,0  | 514,05   | 514,05           | 238,10           | 45,66           | 70,05            |
| <b>SE 138 kV ALCÂNTARA (Ampliação/Adequação)</b>   |                  |      |      |          | <b>6.394,41</b>  | <b>2.961,85</b>  | <b>568,00</b>   | <b>871,40</b>    |
| 1° Capacitor em Derivação 138 kV, 1 x 100 Mvar 3Φ  | 2030             | 1,0  | 1,0  | 1712,42  | 1.712,42         | 793,18           | 152,11          | 233,36           |
| CCD (Conexão de Capacitor Derivação) 138 kV, Arranjo BPT   | 2030             | 1,0  | 1,00 | 4167,94  | 4.167,94         | 1.930,56         | 370,23          | 567,99           |
| MIM - 138 kV   | 2030             | 1,0  | 1,0  | 514,05   | 514,05           | 238,10           | 45,66           | 70,05            |
| <b>LT 138 kV ADRIANÓPOLIS - ALCÂNTARA, C1   Recondutoramento do CKT que atende a P. Angelica (Ampliação/Adequação)</b>         |                  |      |      |          | <b>29.459,28</b> | <b>10.832,12</b> | <b>2.616,79</b> | <b>890,92</b>    |
| Circuito Simples 138 kV, 2 x 795 MCM (TERN), 33 km   | 2033             | 33,0 | 1,0  | 584,16   | 19.277,28        | 7.088,22         | 1.712,35        | 582,99           |
| Desmobilização de 33km da LT atual   | 2033             | 1,0  | 1,0  | 10182,00 | 10.182,00        | 3.743,90         | 904,44          | 307,93           |
| <b>LT 345 kV COMPERJ - VENDA DAS PEDRAS, C1 (Nova)</b>   |                  |      |      |          | <b>39.175,40</b> | <b>26.662,12</b> | <b>3.479,85</b> | <b>14.794,68</b> |
| Circuito Simples 345 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 16 km   | 2025             | 16   | 1,0  | 1012,21  | 16.195,36        | 11.022,29        | 1.438,59        | 6.116,21         |
| EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo DJM  | Comperj          | 2025 | 1,0  | 1,0      | 5989,64          | 5.989,64         | 4.076,45        | 532,04           |
| EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo DJM  | Venda das Pedras | 2025 | 1,0  | 1,0      | 5989,64          | 5.989,64         | 4.076,45        | 532,04           |
| IB (Interligação de Barras) 345 kV, Arranjo DJM  | Comperj          | 2025 | 1,0  | 1,0      | 6878,38          | 6.878,38         | 4.681,31        | 610,99           |
| MIG-A  | Comperj          | 2025 | 1,0  | 1,0      | 2019,96          | 2.019,96         | 1.374,75        | 179,43           |
| MIM - 345 kV   | Comperj          | 2025 | 1,0  | 1,0      | 2102,42          | 2.102,42         | 1.430,87        | 186,75           |
| <b>SECC LT 138 kV TERMORIO - SÃO JOSÉ, C1 e C2 (CD), NA SE CAMPOS ELÍSIOS (Nova)</b>   |                  |      |      |          | <b>21.065,75</b> | <b>15.483,95</b> | <b>1.871,22</b> | <b>9.229,04</b>  |
| Circuito Duplo 138 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 0,7 km  | 2024             | 0,7  | 1,0  | 1087,19  | 761,03           | 559,38           | 67,60           | 333,41           |
| Circuito Duplo 138 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 0,7 km  | 2024             | 0,7  | 1,0  | 1087,19  | 761,03           | 559,38           | 67,60           | 333,41           |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT  | 2024             | 4,0  | 1,0  | 4371,87  | 17.487,48        | 12.853,82        | 1.553,37        | 7.661,38         |
| MIM - 138 kV   | 2024             | 1,0  | 1,0  | 2056,20  | 2.056,20         | 1.511,37         | 182,65          | 900,83           |
| <b>SE 138 kV PARADA ANGÉLICA ANTIGA E NOVA   Remanejamento de carga de Parada 2 para Parada (15 MVA) (Ampliação/Adequação)</b> |                  |      |      |          |                  |                  |                 |                  |
| Remanejamento de carga   | 2034             | 1,0  | 1,0  |          |                  |                  |                 |                  |

**16.3.4 Alternativa 3A - LT Totalmente Aérea**

| Descrição  | Terminal         | Ano  | Qtde. | Fator | Custo da Alternativa ( R\$ x 1000 ) |                   |                   |                  |                   |
|--|------------------|------|-------|-------|-------------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|  |                  |      |       |       | Custo Unitário (sem fator)          | Custo Total       | VP                | Parcela Anual    | RN                |
|  |                  |      |       |       |                                     | <b>420.652,95</b> | <b>275.438,75</b> | <b>37.365,52</b> | <b>146.812,66</b> |
| <b>SE 345/138 kV SETE PONTES (Nova)</b>  |                  |      |       |       |                                     | <b>162.222,02</b> | <b>110.405,58</b> | <b>14.409,77</b> | <b>61.263,51</b>  |
| 1° e 2° ATF 345/138 kV, (6+1R) x 200 MVA 1Φ  |                  | 2025 | 7,0   | 1,0   | 9869,34                             | 69.085,38         | 47.018,35         | 6.136,68         | 26.090,25         |
| CT (Conexão de Transformador) 345 kV, Arranjo BD3  |                  | 2025 | 2,0   | 2,0   | 7193,18                             | 28.772,70         | 19.582,22         | 2.555,81         | 10.866,07         |
| CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BD3  |                  | 2025 | 2,0   | 2,0   | 4251,17                             | 17.004,68         | 11.573,10         | 1.510,48         | 6.421,86          |
| IB (Interligação de Barras) 345 kV, Arranjo BD3  |                  | 2025 | 1,0   | 2,0   | 6878,39                             | 13.756,77         | 9.362,63          | 1.221,98         | 5.195,27          |
| IB (Interligação de Barras) 138 kV, Arranjo BD4  |                  | 2025 | 1,0   | 2,0   | 3331,25                             | 6.662,50          | 4.534,39          | 591,81           | 2.516,11          |
| EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo BD3  |                  |      |       | 4,0   |                                     |                   |                   |                  |                   |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4  |                  |      |       | 4,0   |                                     |                   |                   |                  |                   |
| MIM - 345 kV   |                  | 2025 | 1,0   | 0,5   | 6702,40                             | 3.351,20          | 2.280,77          | 297,68           | 1.265,59          |
| MIM - 138 kV   |                  | 2025 | 1,0   | 0,2   | 1542,15                             | 308,43            | 209,91            | 27,40            | 116,48            |
| MIG (Terreno Urbano)   |                  | 2025 | 1,0   | 0,5   | 46560,72                            | 23.280,36         | 15.844,22         | 2.067,93         | 8.791,88          |
| <b>LT 345 kV VENDA DAS PEDRAS - SETE PONTES, C1 e C2 (CD) (Nova)</b>   |                  |      |       |       |                                     | <b>115.315,22</b> | <b>78.481,60</b>  | <b>10.243,15</b> | <b>43.549,05</b>  |
| Circuito Duplo 345 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 34 km, trecho convencional  |                  | 2025 | 34,0  | 1,0   | 1703,99                             | 57.935,66         | 39.430,04         | 5.146,28         | 21.879,53         |
| Circuito Duplo 345 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 6 km, trecho vãos reduzidos                                       |                  | 2025 | 6,0   | 1,25  | 1703,99                             | 12.779,93         | 8.697,80          | 1.135,21         | 4.826,37          |
| EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo DJM  | Venda das Pedras | 2025 | 2,0   | 1,0   | 5989,64                             | 11.979,28         | 8.152,90          | 1.064,09         | 4.524,00          |
| EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo BD3  | Sete Pontes      | 2025 | 2,0   | 1,0   | 6319,40                             | 12.638,80         | 8.601,75          | 1.122,67         | 4.773,07          |
| IB (Interligação de Barras) 345 kV, Arranjo DJM  | Venda das Pedras | 2025 | 2,0   | 1,0   | 6878,38                             | 13.756,76         | 9.362,62          | 1.221,98         | 5.195,27          |
| MIG-A  | Venda das Pedras | 2025 | 1,0   | 1,0   | 2019,96                             | 2.019,96          | 1.374,75          | 179,43           | 762,84            |
| MIM - 345 kV   | Venda das Pedras | 2025 | 1,0   | 1,0   | 4204,83                             | 4.204,83          | 2.861,74          | 373,50           | 1.587,96          |
| <b>LT 138 kV SETE PONTES RB - SETE PONTES ENEL, C1 e C2 (CD) (Nova)</b>                                      |                  |      |       |       |                                     | <b>19.241,61</b>  | <b>13.095,51</b>  | <b>1.709,18</b>  | <b>7.266,64</b>   |
| Circuito Duplo 138 kV, 2 x 1113 MCM (BLUEJAY), 0,1 km  |                  | 2025 | 0,1   | 1,0   | 1200,66                             | 120,07            | 81,71             | 10,67            | 45,34             |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4  | Sete Pontes RB   | 2025 | 2,0   | 1,0   | 4523,36                             | 9.046,72          | 6.157,05          | 803,60           | 3.416,51          |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4  | Sete Pontes ENEL | 2025 | 2,0   | 1,0   | 4523,36                             | 9.046,72          | 6.157,05          | 803,60           | 3.416,51          |
| MIM - 138 kV   | Sete Pontes ENEL | 2025 | 1,0   | 1,0   | 1028,10                             | 1.028,10          | 699,71            | 91,32            | 388,26            |
| <b>SECC LT 138 kV ADRIANÓPOLIS - ALCÂNTARA, C1 e C2 (CD), NA SE ITAMBI   LT que atende P. do Rosa (Nova)</b> |                  |      |       |       |                                     | <b>10.466,39</b>  | <b>7.123,25</b>   | <b>929,70</b>    | <b>3.952,66</b>   |
| Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (TERN), 1 km  |                  | 2025 | 1,0   | 1,0   | 694,55                              | 694,55            | 472,70            | 61,70            | 262,30            |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT  |                  | 2025 | 2,0   | 1,00  | 4371,87                             | 8.743,74          | 5.950,84          | 776,68           | 3.302,09          |
| MIM - 138 kV   |                  | 2025 | 1,0   | 1,0   | 1028,10                             | 1.028,10          | 699,71            | 91,32            | 388,26            |
| <b>SE 138 kV ITAMBI (Nova)</b>   |                  |      |       |       |                                     | <b>10.918,47</b>  | <b>7.430,93</b>   | <b>969,86</b>    | <b>4.123,38</b>   |
| IB (Interligação de Barras) 138 kV, Arranjo BPT  |                  | 2025 | 1,0   | 1,0   | 3423,57                             | 3.423,57          | 2.330,02          | 304,11           | 1.292,92          |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT  |                  |      |       | 2,0   |                                     |                   |                   |                  |                   |
| MIG (Terreno Rural)  |                  | 2025 | 1,0   | 1,0   | 7494,90                             | 7.494,90          | 5.100,90          | 665,75           | 2.830,47          |
| <b>SE 138 kV SETE PONTES ENEL (Ampliação/Adequação)</b>  |                  |      |       |       |                                     | <b>6.394,41</b>   | <b>2.961,85</b>   | <b>568,00</b>    | <b>871,40</b>     |
| 1° Capacitor em Derivação 138 kV, 1 x 100 Mvar 3Φ  |                  | 2030 | 1,0   | 1,0   | 1712,42                             | 1.712,42          | 793,18            | 152,11           | 233,36            |

|  |                  |      |      |          |                  |                  |                 |                  |
|--|------------------|------|------|----------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
| CCD (Conexão de Capacitor Derivação) 138 kV, Arranjo BPT   | 2030             | 1,0  | 1,00 | 4167,94  | 4.167,94         | 1.930,56         | 370,23          | 567,99           |
| MIM - 138 kV   | 2030             | 1,0  | 1,0  | 514,05   | 514,05           | 238,10           | 45,66           | 70,05            |
| <b>SE 138 kV ALCÂNTARA (Ampliação/Adequação)</b>   |                  |      |      |          | <b>6.394,41</b>  | <b>2.961,85</b>  | <b>568,00</b>   | <b>871,40</b>    |
| 1° Capacitor em Derivação 138 kV, 1 x 100 Mvar 3Φ  | 2030             | 1,0  | 1,0  | 1712,42  | 1.712,42         | 793,18           | 152,11          | 233,36           |
| CCD (Conexão de Capacitor Derivação) 138 kV, Arranjo BPT   | 2030             | 1,0  | 1,00 | 4167,94  | 4.167,94         | 1.930,56         | 370,23          | 567,99           |
| MIM - 138 kV   | 2030             | 1,0  | 1,0  | 514,05   | 514,05           | 238,10           | 45,66           | 70,05            |
| <b>LT 138 kV ADRIANÓPOLIS - ALCÂNTARA, C1   Recondutoramento do CKT que atende a P. Angelica (Ampliação/Adequação)</b>         |                  |      |      |          | <b>29.459,28</b> | <b>10.832,12</b> | <b>2.616,79</b> | <b>890,92</b>    |
| Circuito Simples 138 kV, 2 x 795 MCM (TERN), 33 km   | 2033             | 33,0 | 1,0  | 584,16   | 19.277,28        | 7.088,22         | 1.712,35        | 582,99           |
| Desmobilização de 33km da LT atual   | 2033             | 1,0  | 1,0  | 10182,00 | 10.182,00        | 3.743,90         | 904,44          | 307,93           |
| <b>LT 345 kV COMPERJ - VENDA DAS PEDRAS, C1 (Nova)</b>   |                  |      |      |          | <b>39.175,40</b> | <b>26.662,12</b> | <b>3.479,85</b> | <b>14.794,68</b> |
| Circuito Simples 345 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 16 km   | 2025             | 16   | 1,0  | 1012,21  | 16.195,36        | 11.022,29        | 1.438,59        | 6.116,21         |
| EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo DJM  | Comperj          | 2025 | 1,0  | 1,0      | 5989,64          | 5.989,64         | 4.076,45        | 532,04           |
| EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo DJM  | Venda das Pedras | 2025 | 1,0  | 1,0      | 5989,64          | 5.989,64         | 4.076,45        | 532,04           |
| IB (Interligação de Barras) 345 kV, Arranjo DJM  | Comperj          | 2025 | 1,0  | 1,0      | 6878,38          | 6.878,38         | 4.681,31        | 610,99           |
| MIG-A  | Comperj          | 2025 | 1,0  | 1,0      | 2019,96          | 2.019,96         | 1.374,75        | 179,43           |
| MIM - 345 kV   | Comperj          | 2025 | 1,0  | 1,0      | 2102,42          | 2.102,42         | 1.430,87        | 186,75           |
| <b>SECC LT 138 kV TERMORIO - SÃO JOSÉ, C1 e C2 (CD), NA SE CAMPOS ELÍSIOS (Nova)</b>   |                  |      |      |          | <b>21.065,75</b> | <b>15.483,95</b> | <b>1.871,22</b> | <b>9.229,04</b>  |
| Circuito Duplo 138 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 0,7 km  | 2024             | 0,7  | 1,0  | 1087,19  | 761,03           | 559,38           | 67,60           | 333,41           |
| Circuito Duplo 138 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 0,7 km  | 2024             | 0,7  | 1,0  | 1087,19  | 761,03           | 559,38           | 67,60           | 333,41           |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT  | 2024             | 4,0  | 1,0  | 4371,87  | 17.487,48        | 12.853,82        | 1.553,37        | 7.661,38         |
| MIM - 138 kV   | 2024             | 1,0  | 1,0  | 2056,20  | 2.056,20         | 1.511,37         | 182,65          | 900,83           |
| <b>SE 138 kV PARADA ANGÉLICA ANTIGA E NOVA   Remanejamento de carga de Parada 2 para Parada (15 MVA) (Ampliação/Adequação)</b> |                  |      |      |          |                  |                  |                 |                  |
| Remanejamento de carga   | 2034             | 1,0  | 1,0  |          |                  |                  |                 |                  |

**16.3.5 Alternativa 4 - Reforços 138 kV via Sete Pontes**

| Descrição  | Terminal         | Ano  | Qtde. | Fator | Custo da Alternativa ( R\$ x 1000 ) |                   |                   |                  |                  |
|--|------------------|------|-------|-------|-------------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
|  |                  |      |       |       | Custo Unitário (sem fator)          | Custo Total       | VP                | Parcela Anual    | RN               |
|  |                  |      |       |       |                                     | <b>359.437,11</b> | <b>193.745,21</b> | <b>31.927,88</b> | <b>79.246,14</b> |
| <b>LT 138 kV VENDA DAS PEDRAS - SETE PONTES, C1 e C2 (CD) (Nova)</b>   |                  |      |       |       |                                     | <b>93.640,15</b>  | <b>63.729,91</b>  | <b>8.317,81</b>  | <b>35.363,41</b> |
| Circuito Duplo 138 kV, 2 x 795 MCM (TERN), 34 km   |                  | 2025 | 34,0  | 1,0   | 937,93                              | 31.889,62         | 21.703,54         | 2.832,67         | 12.043,19        |
| Circuito Duplo 138 kV, 2 x 795 MCM (TERN), 4 km  |                  | 2025 | 4,0   | 1,25  | 937,93                              | 4.689,65          | 3.191,70          | 416,57           | 1.771,06         |
| Circuito Duplo 138 kV, 2 x 795 MCM (TERN), 4 km  |                  | 2025 | 4,0   | 10,0  | 937,93                              | 37.517,20         | 25.533,58         | 3.332,56         | 14.168,45        |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT  | Venda das Pedras | 2025 | 2,0   | 1,0   | 4371,87                             | 8.743,74          | 5.950,84          | 776,68           | 3.302,09         |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT  | Sete Pontes      | 2025 | 2,0   | 1,0   | 4371,87                             | 8.743,74          | 5.950,84          | 776,68           | 3.302,09         |
| MIM - 138 kV   | Venda das Pedras | 2025 | 1,0   | 1,0   | 1028,10                             | 1.028,10          | 699,71            | 91,32            | 388,26           |
| MIM - 138 kV   | Sete Pontes      | 2025 | 1,0   | 1,0   | 1028,10                             | 1.028,10          | 699,71            | 91,32            | 388,26           |
| <b>SE 138 kV SETE PONTES (ENEL) (Ampliação/Adequação)</b>  |                  |      |       |       |                                     | <b>6.394,41</b>   | <b>3.731,08</b>   | <b>568,00</b>    | <b>1.725,51</b>  |
| 1° Capacitor em Derivação 138 kV, 1 x 100 Mvar 3Φ  |                  | 2027 | 1,0   | 1,0   | 1712,42                             | 1.712,42          | 999,18            | 152,11           | 462,09           |
| CCD (Conexão de Capacitor Derivação) 138 kV, Arranjo BPT   |                  | 2027 | 1,0   | 1,0   | 4167,94                             | 4.167,94          | 2.431,95          | 370,23           | 1.124,70         |
| MIM - 138 kV   |                  | 2027 | 1,0   | 1,0   | 514,05                              | 514,05            | 299,94            | 45,66            | 138,71           |
| <b>SE 138 kV ALCÂNTARA (Ampliação/Adequação)</b>   |                  |      |       |       |                                     | <b>6.394,41</b>   | <b>3.731,08</b>   | <b>568,00</b>    | <b>1.725,51</b>  |
| 1° Capacitor em Derivação 138 kV, 1 x 100 Mvar 3Φ  |                  | 2027 | 1,0   | 1,0   | 1712,42                             | 1.712,42          | 999,18            | 152,11           | 462,09           |
| CCD (Conexão de Capacitor Derivação) 138 kV, Arranjo BPT   |                  | 2027 | 1,0   | 1,0   | 4167,94                             | 4.167,94          | 2.431,95          | 370,23           | 1.124,70         |
| MIM - 138 kV   |                  | 2027 | 1,0   | 1,0   | 514,05                              | 514,05            | 299,94            | 45,66            | 138,71           |
| <b>LT 138 kV ITAMBI - ALCÂNTARA, C1 (Nova)</b>   |                  |      |       |       |                                     | <b>52.415,52</b>  | <b>24.278,53</b>  | <b>4.655,94</b>  | <b>7.142,93</b>  |
| Circuito Simples 138 kV, 2 x 795 MCM (TERN), 3 km  |                  | 2030 | 3,0   | 1,0   | 584,16                              | 1.752,48          | 811,74            | 155,67           | 238,82           |
| Circuito Simples 138 kV, 2 x 795 MCM (TERN), 7 km  |                  | 2030 | 7,0   | 10,0  | 584,16                              | 40.891,20         | 18.940,54         | 3.632,26         | 5.572,45         |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT  | Itambi           | 2030 | 1,0   | 1,0   | 4371,87                             | 4.371,87          | 2.025,02          | 388,34           | 595,78           |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT  | Alcântara        | 2030 | 1,0   | 1,0   | 4371,87                             | 4.371,87          | 2.025,02          | 388,34           | 595,78           |
| MIM - 138 kV   | Itambi           | 2030 | 1,0   | 1,0   | 514,05                              | 514,05            | 238,10            | 45,66            | 70,05            |
| MIM - 138 kV   | Alcântara        | 2030 | 1,0   | 1,0   | 514,05                              | 514,05            | 238,10            | 45,66            | 70,05            |
| <b>LT 138 kV ADRIANÓPOLIS - ALCÂNTARA, C1   Recondutoramento do CKT que atende a P. Angelica (Ampliação/Adequação)</b> |                  |      |       |       |                                     | <b>29.459,28</b>  | <b>12.634,58</b>  | <b>2.616,79</b>  | <b>2.892,27</b>  |
| Circuito Simples 138 kV, 2 x 795 MCM (TERN), 33 km   |                  | 2031 | 33,0  | 1,0   | 584,16                              | 19.277,28         | 8.267,69          | 1.712,35         | 1.892,62         |
| Desmobilização de 33km da LT atual   |                  | 2031 | 1,0   | 1,0   | 10182,00                            | 10.182,00         | 4.366,89          | 904,44           | 999,65           |
| <b>SECC LT 138 kV ADRIANÓPOLIS - ALCÂNTARA, C1 e C2 (CD), NA SE ITAMBI   LT que atende a P. do Rosa (Nova)</b>         |                  |      |       |       |                                     | <b>10.466,39</b>  | <b>7.123,25</b>   | <b>929,70</b>    | <b>3.952,66</b>  |
| Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (TERN), 1 km  |                  | 2025 | 1,0   | 1,0   | 694,55                              | 694,55            | 472,70            | 61,70            | 262,30           |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT  |                  | 2025 | 2,0   | 1,0   | 4371,87                             | 8.743,74          | 5.950,84          | 776,68           | 3.302,09         |
| MIM - 138 kV   |                  | 2025 | 1,0   | 1,0   | 1028,10                             | 1.028,10          | 699,71            | 91,32            | 388,26           |
| <b>SE 138 kV ITAMBI (Nova)</b>   |                  |      |       |       |                                     | <b>14.060,53</b>  | <b>9.569,36</b>   | <b>1.248,96</b>  | <b>5.309,99</b>  |
| IB (Interligação de Barras) 138 kV, Arranjo BPT  |                  | 2025 | 1,0   | 1,0   | 3423,57                             | 3.423,57          | 2.330,02          | 304,11           | 1.292,92         |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT  |                  |      | 4,0   |       |                                     |                   |                   |                  |                  |

|  |          |      |      |          |                  |                  |                 |                 |        |
|--|----------|------|------|----------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|--------|
| MIG (Terreno Urbano)   | 2025     | 1,0  | 1,0  | 10636,96 | 10.636,96        | 7.239,34         | 944,85          | 4.017,07        |        |
| <b>SE 138 kV ALCÂNTARA (Ampliação/Adequação)</b>   |          |      |      |          | <b>6.394,41</b>  | <b>2.742,45</b>  | <b>568,00</b>   | <b>627,79</b>   |        |
| 1° Capacitor em Derivação 138 kV, 1 x 100 Mvar 3Φ  | 2031     | 1,0  | 1,0  | 1712,42  | 1.712,42         | 734,43           | 152,11          | 168,12          |        |
| CCD (Conexão de Capacitor Derivação) 138 kV, Arranjo BPT   | 2031     | 1,0  | 1,0  | 4167,94  | 4.167,94         | 1.787,56         | 370,23          | 409,20          |        |
| MIM - 138 kV   | 2031     | 1,0  | 1,0  | 514,05   | 514,05           | 220,47           | 45,66           | 50,47           |        |
| <b>SE 345/138 kV ADRIANÓPOLIS   Troca de Fases do TR1A - 225/270 MVA (Ampliação/Adequação)</b>         |          |      |      |          | <b>17.375,58</b> | <b>6.900,08</b>  | <b>1.543,43</b> | <b>1.092,99</b> |        |
| 1° ATF 345/138 kV, 3 x 75 MVA 1Φ   | 2032     | 3,0  | 1,0  | 5791,86  | 17.375,58        | 6.900,08         | 1.543,43        | 1.092,99        |        |
| <b>SE 345/138 kV ADRIANÓPOLIS   Troca de Fases dos TR2A e TR3A - 225/270 MVA (Ampliação/Adequação)</b> |          |      |      |          | <b>34.751,16</b> | <b>12.777,93</b> | <b>3.086,86</b> | <b>1.050,95</b> |        |
| 2° ATF 345/138 kV, 3 x 75 MVA 1Φ   | 2033     | 3,0  | 1,0  | 5791,86  | 17.375,58        | 6.388,96         | 1.543,43        | 525,48          |        |
| 3° ATF 345/138 kV, 3 x 75 MVA 1Φ   | 2033     | 3,0  | 1,0  | 5791,86  | 17.375,58        | 6.388,96         | 1.543,43        | 525,48          |        |
| <b>SECC LT 138 kV TERMORIO - SÃO JOSÉ, C1 e C2 (CD), NA SE CAMPOS ELÍSIOS (Nova)</b>                   |          |      |      |          | <b>21.065,75</b> | <b>15.483,95</b> | <b>1.871,22</b> | <b>9.229,04</b> |        |
| Circuito Duplo 138 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 0,7 km  | 2024     | 0,7  | 1,0  | 1087,19  | 761,03           | 559,38           | 67,60           | 333,41          |        |
| Circuito Duplo 138 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 0,7 km  | 2024     | 0,7  | 1,0  | 1087,19  | 761,03           | 559,38           | 67,60           | 333,41          |        |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT  | 2024     | 4,0  | 1,0  | 4371,87  | 17.487,48        | 12.853,82        | 1.553,37        | 7.661,38        |        |
| MIM - 138 kV   | 2024     | 1,0  | 1,0  | 2056,20  | 2.056,20         | 1.511,37         | 182,65          | 900,83          |        |
| <b>LT 138 kV SÃO JOSÉ - MAGÉ, C3 (Nova)</b>  |          |      |      |          | <b>67.019,52</b> | <b>31.043,01</b> | <b>5.953,17</b> | <b>9.133,09</b> |        |
| Circuito Simples 138 kV, 2 x 795 MCM (TERN), 38 km   | 2030     | 38,0 | 1,0  | 584,16   | 22.198,08        | 10.282,01        | 1.971,80        | 3.025,05        |        |
| Circuito Simples 138 kV, 2 x 795 MCM (TERN), 6 km  | 2030     | 6,0  | 10,0 | 584,16   | 35.049,60        | 16.234,75        | 3.113,37        | 4.776,39        |        |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT  | São José | 2030 | 1,0  | 1,0      | 4371,87          | 4.371,87         | 2.025,02        | 388,34          | 595,78 |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT  | Magé     | 2030 | 1,0  | 1,0      | 4371,87          | 4.371,87         | 2.025,02        | 388,34          | 595,78 |
| MIM - 138 kV   | São José | 2030 | 1,0  | 1,0      | 514,05           | 514,05           | 238,10          | 45,66           | 70,05  |
| MIM - 138 kV   | Magé     | 2030 | 1,0  | 1,0      | 514,05           | 514,05           | 238,10          | 45,66           | 70,05  |

**16.3.6 Alternativa 5 – Seccionamento em Venda das Pedras**

| Descrição  | Terminal         | Ano  | Qtde. | Fator | Custo da Alternativa ( R\$ x 1000 ) |                   |                   |                  |                   |
|--|------------------|------|-------|-------|-------------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|  |                  |      |       |       | Custo Unitário (sem fator)          | Custo Total       | VP                | Parcela Anual    | RN                |
|  |                  |      |       |       |                                     | <b>502.122,80</b> | <b>330.885,77</b> | <b>44.602,28</b> | <b>177.579,94</b> |
| <b>SE 345/138 kV Sete Pontes (Nova)</b>  |                  |      |       |       |                                     | <b>162.684,66</b> | <b>110.720,45</b> | <b>14.450,86</b> | <b>61.438,22</b>  |
| 1° e 2° ATF 345/138 kV, (6+1R) x 200 MVA 1Φ  |                  | 2025 | 7,0   | 1,0   | 9869,34                             | 69.085,38         | 47.018,35         | 6.136,68         | 26.090,25         |
| CT (Conexão de Transformador) 345 kV, Arranjo BD3  |                  | 2025 | 2,0   | 2,0   | 7193,18                             | 28.772,70         | 19.582,22         | 2.555,81         | 10.866,07         |
| CT (Conexão de Transformador) 138 kV, Arranjo BD4  |                  | 2025 | 2,0   | 2,0   | 4251,17                             | 17.004,68         | 11.573,10         | 1.510,48         | 6.421,86          |
| IB (Interligação de Barras) 345 kV, Arranjo BD3  |                  | 2025 | 1,0   | 2,0   | 6878,39                             | 13.756,77         | 9.362,63          | 1.221,98         | 5.195,27          |
| IB (Interligação de Barras) 138 kV, Arranjo BD4  |                  | 2025 | 1,0   | 2,0   | 3331,25                             | 6.662,50          | 4.534,39          | 591,81           | 2.516,11          |
| EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo BD3  |                  |      | 4,0   |       |                                     |                   |                   |                  |                   |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4  |                  |      | 4,0   |       |                                     |                   |                   |                  |                   |
| MIM - 345 kV   |                  | 2025 | 1,0   | 0,5   | 6702,40                             | 3.351,20          | 2.280,77          | 297,68           | 1.265,59          |
| MIM - 138 kV   |                  | 2025 | 1,0   | 0,5   | 1542,14                             | 771,07            | 524,78            | 68,49            | 291,20            |
| MIG (Terreno Urbano)   |                  | 2025 | 1,0   | 0,5   | 46560,72                            | 23.280,36         | 15.844,22         | 2.067,93         | 8.791,88          |
| <b>LT 345 kV VENDA DAS PEDRAS - SETE PONTES, C1 e C2 (CD) (Nova)</b>   |                  |      |       |       |                                     | <b>179.214,81</b> | <b>121.970,59</b> | <b>15.919,19</b> | <b>67.680,87</b>  |
| Circuito Duplo 345 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 34 km, trecho convencional  |                  | 2025 | 34,0  | 1,0   | 1703,99                             | 57.935,66         | 39.430,04         | 5.146,28         | 21.879,53         |
| Circuito Duplo 345 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 4 km, trecho vãos reduzidos                                       |                  | 2025 | 4,0   | 1,25  | 1703,99                             | 8.519,96          | 5.798,54          | 756,81           | 3.217,58          |
| Circuito Duplo 345 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 4 km, trecho subterrâneo  |                  | 2025 | 4,0   | 10,0  | 1703,99                             | 68.159,56         | 46.388,25         | 6.054,44         | 25.740,61         |
| EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo DJM  | Venda das Pedras | 2025 | 2,0   | 1,0   | 5989,64                             | 11.979,28         | 8.152,90          | 1.064,09         | 4.524,00          |
| EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo BD3  | Sete Pontes      | 2025 | 2,0   | 1,0   | 6319,40                             | 12.638,80         | 8.601,75          | 1.122,67         | 4.773,07          |
| IB (Interligação de Barras) 345 kV, Arranjo DJM  | Venda das Pedras | 2025 | 2,0   | 1,0   | 6878,38                             | 13.756,76         | 9.362,62          | 1.221,98         | 5.195,27          |
| MIG-A  | Venda das Pedras | 2025 | 1,0   | 1,0   | 2019,96                             | 2.019,96          | 1.374,75          | 179,43           | 762,84            |
| MIM - 345 kV   | Venda das Pedras | 2025 | 1,0   | 1,0   | 4204,83                             | 4.204,83          | 2.861,74          | 373,50           | 1.587,96          |
| <b>LT 138 kV SETE PONTES RB - SETE PONTES ENEL, C1 e C2 (CD) (Nova)</b>                                      |                  |      |       |       |                                     | <b>19.241,61</b>  | <b>13.095,51</b>  | <b>1.709,18</b>  | <b>7.266,64</b>   |
| Circuito Duplo 138 kV, 2 x 1113 MCM (BLUEJAY), 0,1 km  |                  | 2025 | 0,1   | 1,0   | 1200,66                             | 120,07            | 81,71             | 10,67            | 45,34             |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4  | Sete Pontes RB   | 2025 | 2,0   | 1,0   | 4523,36                             | 9.046,72          | 6.157,05          | 803,60           | 3.416,51          |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BD4  | Sete Pontes ENEL | 2025 | 2,0   | 1,0   | 4523,36                             | 9.046,72          | 6.157,05          | 803,60           | 3.416,51          |
| MIM - 138 kV   | Sete Pontes ENEL | 2025 | 1,0   | 1,0   | 1028,10                             | 1.028,10          | 699,71            | 91,32            | 388,26            |
| <b>SECC LT 138 kV ADRIANÓPOLIS - ALCÂNTARA, C1 e C2 (CD), NA SE ITAMBI   LT que atende P. do Rosa (Nova)</b> |                  |      |       |       |                                     | <b>10.466,39</b>  | <b>7.123,25</b>   | <b>929,70</b>    | <b>3.952,66</b>   |
| Circuito Duplo 138 kV, 1 x 795 MCM (TERN), 1 km  |                  | 2025 | 1,0   | 1,0   | 694,55                              | 694,55            | 472,70            | 61,70            | 262,30            |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT  |                  | 2025 | 2,0   | 1,00  | 4371,87                             | 8.743,74          | 5.950,84          | 776,68           | 3.302,09          |
| MIM - 138 kV   |                  | 2025 | 1,0   | 1,0   | 1028,10                             | 1.028,10          | 699,71            | 91,32            | 388,26            |
| <b>SE 138 kV ITAMBI (Nova)</b>   |                  |      |       |       |                                     | <b>10.918,47</b>  | <b>7.430,93</b>   | <b>969,86</b>    | <b>4.123,38</b>   |
| IB (Interligação de Barras) 138 kV, Arranjo BPT  |                  | 2025 | 1,0   | 1,0   | 3423,57                             | 3.423,57          | 2.330,02          | 304,11           | 1.292,92          |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT  |                  |      | 2,0   |       |                                     |                   |                   |                  |                   |
| MIG (Terreno Rural)  |                  | 2025 | 1,0   | 1,0   | 7494,90                             | 7.494,90          | 5.100,90          | 665,75           | 2.830,47          |

|  |      |      |      |          |                  |                  |                 |                  |
|--|------|------|------|----------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
| <b>SE 138 kV SETE PONTES ENEL (Ampliação/Adequação)</b>  |      |      |      |          | <b>6.394,41</b>  | <b>2.961,85</b>  | <b>568,00</b>   | <b>871,40</b>    |
| 1° Capacitor em Derivação 138 kV, 1 x 100 Mvar 3Φ  | 2030 | 1,0  | 1,0  | 1712,42  | 1.712,42         | 793,18           | 152,11          | 233,36           |
| CCD (Conexão de Capacitor Derivação) 138 kV, Arranjo BPT   | 2030 | 1,0  | 1,00 | 4167,94  | 4.167,94         | 1.930,56         | 370,23          | 567,99           |
| MIM - 138 kV   | 2030 | 1,0  | 1,0  | 514,05   | 514,05           | 238,10           | 45,66           | 70,05            |
| <b>SE 138 kV ALCÂNTARA (Ampliação/Adequação)</b>   |      |      |      |          | <b>6.394,41</b>  | <b>2.961,85</b>  | <b>568,00</b>   | <b>871,40</b>    |
| 1° Capacitor em Derivação 138 kV, 1 x 100 Mvar 3Φ  | 2030 | 1,0  | 1,0  | 1712,42  | 1.712,42         | 793,18           | 152,11          | 233,36           |
| CCD (Conexão de Capacitor Derivação) 138 kV, Arranjo BPT   | 2030 | 1,0  | 1,00 | 4167,94  | 4.167,94         | 1.930,56         | 370,23          | 567,99           |
| MIM - 138 kV   | 2030 | 1,0  | 1,0  | 514,05   | 514,05           | 238,10           | 45,66           | 70,05            |
| <b>LT 138 kV ADRIANÓPOLIS - ALCÂNTARA, C1   Recondutoramento do CKT que atende a P. Angelica (Ampliação/Adequação)</b>         |      |      |      |          | <b>29.459,28</b> | <b>10.832,12</b> | <b>2.616,79</b> | <b>890,92</b>    |
| Circuito Simples 138 kV, 2 x 795 MCM (TERN), 33 km   | 2033 | 33,0 | 1,0  | 584,16   | 19.277,28        | 7.088,22         | 1.712,35        | 582,99           |
| Desmobilização de 33km da LT atual   | 2033 | 1,0  | 1,0  | 10182,00 | 10.182,00        | 3.743,90         | 904,44          | 307,93           |
| <b>SECC LT 138 kV TERMORIO - SÃO JOSÉ, C1 e C2 (CD), NA SE CAMPOS ELÍSIOS (Nova)</b>   |      |      |      |          | <b>21.065,75</b> | <b>15.483,95</b> | <b>1.871,22</b> | <b>9.229,04</b>  |
| Circuito Duplo 138 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 0,7 km  | 2024 | 0,7  | 1,0  | 1087,19  | 761,03           | 559,38           | 67,60           | 333,41           |
| Circuito Duplo 138 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 0,7 km  | 2024 | 0,7  | 1,0  | 1087,19  | 761,03           | 559,38           | 67,60           | 333,41           |
| EL (Entrada de Linha) 138 kV, Arranjo BPT  | 2024 | 4,0  | 1,0  | 4371,87  | 17.487,48        | 12.853,82        | 1.553,37        | 7.661,38         |
| MIM - 138 kV   | 2024 | 1,0  | 1,0  | 2056,20  | 2.056,20         | 1.511,37         | 182,65          | 900,83           |
| <b>SE 138 kV PARADA ANGÉLICA ANTIGA E NOVA   Remanejamento de carga de Parada 2 para Parada (15 MVA) (Ampliação/Adequação)</b> |      |      |      |          |                  |                  |                 |                  |
| Remanejamento de carga   | 2034 | 1,0  | 1,0  |          |                  |                  |                 |                  |
| <b>SECC LT 345 kV COMPERJ - LAGOS, C1, NA SE VENDA DAS PEDRAS (Nova)</b>   |      |      |      |          | <b>56.283,02</b> | <b>38.305,28</b> | <b>4.999,48</b> | <b>21.255,41</b> |
| Circuito Duplo 345 kV, 2 x 954 MCM (RAIL), 26 km   | 2025 | 26,0 | 1,0  | 1703,99  | 44.303,74        | 30.152,38        | 3.935,39        | 16.731,41        |
| EL (Entrada de Linha) 345 kV, Arranjo DJM  | 2025 | 2,0  | 1,0  | 5989,64  | 11.979,28        | 8.152,90         | 1.064,09        | 4.524,00         |

### 16.4 Anexo 4 – Previsões de Mercado por Barramento – Região de Interesse

Tabela 16-4 - Projeção de Demanda - Patamar de Carga Leve

| Nome da Barra      | 2024       |            | 2025       |            | 2026       |            | 2027       |            | 2028       |            | 2029       |            | 2030       |            | 2031       |            | 2032       |            | 2033       |            | 2034       |            |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                    | P (MW)     | Q (Mvar)   |
| ALCAN1-RJ138       | 31,01      | 4,73       | 32,23      | 4,91       | 33,49      | 5,10       | 34,79      | 5,30       | 36,13      | 5,51       | 37,50      | 5,72       | 38,89      | 5,93       | 40,32      | 6,15       | 41,73      | 6,36       | 43,19      | 6,58       | 44,71      | 6,81       |
| ALCANT-RJ069       | 11,64      | 5,77       | 12,10      | 6,00       | 12,57      | 6,23       | 13,06      | 6,48       | 13,56      | 6,72       | 14,08      | 6,98       | 14,60      | 7,24       | 15,14      | 7,51       | 15,66      | 7,77       | 16,21      | 8,04       | 16,78      | 8,32       |
| ARSEN1-RJ138       | 13,12      | 6,25       | 13,64      | 6,49       | 14,17      | 6,75       | 14,72      | 7,01       | 15,28      | 7,28       | 15,87      | 7,55       | 16,45      | 7,83       | 17,06      | 8,12       | 17,66      | 8,41       | 18,27      | 8,70       | 18,91      | 9,01       |
| ARSEN2-RJ138       | 12,03      | 5,43       | 12,50      | 5,64       | 12,99      | 5,86       | 13,49      | 6,09       | 14,01      | 6,32       | 14,55      | 6,56       | 15,09      | 6,80       | 15,64      | 7,05       | 16,19      | 7,30       | 16,76      | 7,56       | 17,34      | 7,82       |
| CELIS1-RJ138       | 29,92      | 14,09      | 31,10      | 14,65      | 32,31      | 15,22      | 33,56      | 15,81      | 34,85      | 16,41      | 36,18      | 17,04      | 37,58      | 17,70      | 38,96      | 18,35      | 40,32      | 18,99      | 41,73      | 19,66      | 43,19      | 20,35      |
| CELIS2-RJ138       | 18,45      | 8,68       | 19,17      | 9,02       | 19,92      | 9,37       | 20,69      | 9,74       | 21,49      | 10,11      | 22,31      | 10,50      | 23,17      | 10,90      | 24,02      | 11,30      | 24,86      | 11,70      | 25,73      | 12,11      | 26,63      | 12,53      |
| COMPER-RJ138       | 8,00       | 0,07       | 8,00       | 0,07       | 8,00       | 0,07       | 8,00       | 0,07       | 8,00       | 0,07       | 8,00       | 0,07       | 8,00       | 0,07       | 8,00       | 0,07       | 8,28       | 0,08       | 8,57       | 0,08       | 8,87       | 0,08       |
| GBRANC-RJ138       | 28,24      | 9,72       | 29,35      | 10,10      | 30,50      | 10,49      | 31,68      | 10,90      | 32,89      | 11,32      | 34,15      | 11,75      | 35,41      | 12,18      | 36,71      | 12,63      | 38,00      | 13,07      | 39,33      | 13,53      | 40,70      | 14,00      |
| GRADIM-RJ069       | 4,30       | 0,97       | 4,47       | 1,01       | 4,65       | 1,05       | 4,83       | 1,09       | 5,01       | 1,13       | 5,20       | 1,17       | 5,39       | 1,22       | 5,59       | 1,26       | 5,79       | 1,30       | 5,99       | 1,35       | 6,20       | 1,40       |
| GUAXIN-RJ138       | 22,29      | 11,83      | 23,16      | 12,29      | 24,07      | 12,77      | 25,00      | 13,27      | 25,96      | 13,78      | 26,95      | 14,30      | 27,95      | 14,83      | 28,97      | 15,38      | 29,99      | 15,92      | 31,04      | 16,47      | 32,12      | 17,05      |
| ICARAI-RJ138       | 16,02      | 7,02       | 16,65      | 7,29       | 17,30      | 7,58       | 17,97      | 7,87       | 18,66      | 8,18       | 19,37      | 8,49       | 20,09      | 8,80       | 20,83      | 9,12       | 21,56      | 9,44       | 22,31      | 9,77       | 23,09      | 10,12      |
| IMBARI-RJ138       | 20,26      | 8,36       | 21,06      | 8,69       | 21,88      | 9,03       | 22,73      | 9,38       | 23,60      | 9,74       | 24,50      | 10,11      | 25,45      | 10,50      | 26,38      | 10,89      | 27,31      | 11,27      | 28,26      | 11,67      | 29,25      | 12,07      |
| INGA---RJ138       | 14,06      | 9,15       | 14,62      | 9,51       | 15,19      | 9,88       | 15,78      | 10,27      | 16,38      | 10,66      | 17,01      | 11,07      | 17,64      | 11,48      | 18,28      | 11,90      | 18,92      | 12,32      | 19,59      | 12,75      | 20,27      | 13,19      |
| ITAMB1-RJ069       | 0,10       | 0,04       | 0,10       | 0,04       | 0,10       | 0,04       | 0,10       | 0,04       | 0,10       | 0,04       | 0,10       | 0,04       | 0,10       | 0,04       | 0,10       | 0,04       | 0,10       | 0,04       | 0,11       | 0,05       | 0,11       | 0,05       |
| ITAMB2-RJ069       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       |
| ITAMB3-RJ069       | 7,00       | 2,98       | 7,00       | 2,98       | 7,00       | 2,98       | 7,00       | 2,98       | 7,00       | 2,98       | 7,00       | 2,98       | 7,00       | 2,98       | 7,00       | 2,98       | 7,24       | 3,09       | 7,50       | 3,19       | 7,76       | 3,31       |
| ITAMBI-RJ138       | 7,23       | 2,85       | 7,52       | 2,99       | 7,81       | 3,13       | 8,11       | 3,28       | 8,42       | 3,44       | 8,74       | 3,60       | 9,07       | 3,76       | 9,40       | 3,90       | 9,73       | 4,03       | 10,07      | 4,17       | 10,42      | 4,32       |
| KLABIN-RJ069       | 3,50       | 1,16       | 3,50       | 1,16       | 3,50       | 1,16       | 3,50       | 1,16       | 3,50       | 1,16       | 3,50       | 1,16       | 3,50       | 1,16       | 3,50       | 1,16       | 3,62       | 1,20       | 3,75       | 1,24       | 3,88       | 1,28       |
| MAGE---RJ069       | 25,24      | 13,31      | 26,24      | 13,84      | 27,26      | 14,38      | 28,31      | 14,93      | 29,40      | 15,51      | 30,52      | 16,10      | 31,65      | 16,69      | 32,82      | 17,31      | 33,97      | 17,91      | 35,15      | 18,54      | 36,39      | 19,19      |
| NITRIF-RJ138       | 3,50       | 0,23       | 3,50       | 0,23       | 3,50       | 0,23       | 3,50       | 0,23       | 3,50       | 0,23       | 3,50       | 0,23       | 3,50       | 0,23       | 3,50       | 0,23       | 3,62       | 0,23       | 3,75       | 0,24       | 3,88       | 0,25       |
| P.ANGE-RJ138       | 13,76      | 7,32       | 14,30      | 7,61       | 14,86      | 7,91       | 15,44      | 8,21       | 16,03      | 8,53       | 16,64      | 8,85       | 17,26      | 9,18       | 17,89      | 9,52       | 18,52      | 9,85       | 19,17      | 10,20      | 19,84      | 10,55      |
| P.ROSA-RJ138       | 21,50      | 4,96       | 22,34      | 5,16       | 23,21      | 5,36       | 24,11      | 5,56       | 25,04      | 5,78       | 25,99      | 6,00       | 26,96      | 6,22       | 27,95      | 6,45       | 28,93      | 6,67       | 29,94      | 6,91       | 30,99      | 7,15       |
| PETROF-RJ138       | 7,30       | 2,24       | 7,30       | 2,24       | 7,30       | 2,24       | 7,30       | 2,24       | 7,30       | 2,24       | 7,30       | 2,24       | 7,30       | 2,24       | 7,30       | 2,24       | 7,56       | 2,32       | 7,82       | 2,40       | 8,09       | 2,48       |
| PNGEL2-RJ138       | 9,53       | 4,46       | 9,91       | 4,64       | 10,29      | 4,82       | 10,69      | 5,01       | 11,10      | 5,20       | 11,53      | 5,40       | 11,95      | 5,60       | 12,39      | 5,80       | 12,83      | 6,01       | 13,28      | 6,22       | 13,74      | 6,44       |
| RIOPO2-RJ138       | 18,00      | 5,54       | 18,00      | 5,54       | 18,00      | 5,54       | 18,00      | 5,54       | 18,00      | 5,54       | 18,00      | 5,54       | 18,00      | 5,54       | 18,00      | 5,54       | 18,63      | 5,74       | 19,28      | 5,94       | 19,96      | 6,14       |
| RIOPOL-RJ138       | 18,00      | 6,74       | 18,00      | 6,74       | 18,00      | 6,74       | 18,00      | 6,74       | 18,00      | 6,74       | 18,00      | 6,74       | 18,00      | 6,74       | 18,00      | 6,74       | 18,63      | 6,98       | 19,28      | 7,22       | 19,96      | 7,47       |
| SCHIN--RJ069       | 6,00       | 3,33       | 6,00       | 3,33       | 6,00       | 3,33       | 6,00       | 3,33       | 6,00       | 3,33       | 6,00       | 3,33       | 6,00       | 3,33       | 6,00       | 3,33       | 6,21       | 3,44       | 6,43       | 3,56       | 6,65       | 3,69       |
| SLOURE-RJ069       | 17,78      | 6,23       | 18,48      | 6,48       | 19,20      | 6,73       | 19,94      | 6,99       | 20,71      | 7,26       | 21,49      | 7,54       | 22,29      | 7,82       | 23,11      | 8,10       | 23,92      | 8,39       | 24,76      | 8,68       | 25,62      | 8,98       |
| SPONTE-RJ138       | 29,61      | 7,83       | 30,77      | 8,14       | 31,98      | 8,46       | 33,21      | 8,78       | 34,49      | 9,12       | 35,80      | 9,47       | 37,13      | 9,82       | 38,49      | 10,18      | 39,84      | 10,54      | 41,24      | 10,91      | 42,68      | 11,29      |
| SUZANO-RJ138       | 10,00      | 8,19       | 10,00      | 8,19       | 10,00      | 8,19       | 10,00      | 8,19       | 10,00      | 8,19       | 10,00      | 8,19       | 10,00      | 8,19       | 10,00      | 8,19       | 10,35      | 8,47       | 10,71      | 8,77       | 11,09      | 9,08       |
| TECAM--RJ138       | 4,45       | 1,39       | 4,45       | 1,39       | 4,45       | 1,39       | 4,45       | 1,39       | 4,45       | 1,39       | 4,45       | 1,39       | 4,45       | 1,39       | 4,45       | 1,39       | 4,61       | 1,43       | 4,77       | 1,48       | 4,93       | 1,54       |
| VPEDRA-RJ069       | 30,01      | 13,27      | 31,19      | 13,79      | 32,41      | 14,33      | 33,66      | 14,88      | 34,95      | 15,45      | 36,28      | 16,04      | 37,63      | 16,64      | 39,01      | 17,25      | 40,38      | 17,85      | 41,79      | 18,48      | 43,25      | 19,12      |
| VPEDRA-RJ138       | 26,93      | 7,31       | 27,99      | 7,60       | 29,08      | 7,90       | 30,21      | 8,20       | 31,37      | 8,52       | 32,56      | 8,84       | 33,77      | 9,17       | 35,01      | 9,51       | 36,24      | 9,84       | 37,51      | 10,18      | 38,82      | 10,54      |
| Z.SUL--RJ138       | 55,09      | 25,50      | 57,25      | 26,50      | 59,49      | 27,54      | 61,79      | 28,60      | 64,17      | 29,70      | 66,61      | 30,83      | 69,08      | 31,98      | 71,62      | 33,15      | 74,13      | 34,31      | 76,72      | 35,51      | 79,41      | 36,76      |
| <b>Total Geral</b> | <b>544</b> | <b>217</b> | <b>562</b> | <b>224</b> | <b>580</b> | <b>232</b> | <b>600</b> | <b>240</b> | <b>619</b> | <b>248</b> | <b>640</b> | <b>256</b> | <b>660</b> | <b>264</b> | <b>681</b> | <b>273</b> | <b>705</b> | <b>282</b> | <b>730</b> | <b>292</b> | <b>756</b> | <b>302</b> |

Tabela 16-5 - Projeção de Demanda - Patamar de Carga Média

| Nome da Barra      | 2024        |            | 2025        |            | 2026        |            | 2027        |            | 2028        |            | 2029        |            | 2030        |            | 2031        |            | 2032        |            | 2033        |            | 2034        |            |
|--------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
|                    | P (MW)      | Q (Mvar)   |
| ALCAN1-RJ138       | 81,99       | 41,31      | 84,81       | 42,73      | 87,72       | 44,20      | 90,71       | 45,71      | 93,80       | 47,26      | 96,97       | 48,86      | 100,19      | 50,48      | 105,84      | 53,33      | 109,55      | 55,20      | 113,38      | 57,13      | 117,35      | 59,13      |
| ALCANT-RJ069       | 32,54       | 14,09      | 33,66       | 14,57      | 34,81       | 15,07      | 36,00       | 15,59      | 37,22       | 16,12      | 38,48       | 16,66      | 39,76       | 17,22      | 42,00       | 18,19      | 43,47       | 18,82      | 44,99       | 19,48      | 46,57       | 20,16      |
| ARSEN1-RJ138       | 31,25       | 12,85      | 32,32       | 13,29      | 33,43       | 13,74      | 34,57       | 14,21      | 35,75       | 14,69      | 36,96       | 15,19      | 38,19       | 15,70      | 40,34       | 16,58      | 41,75       | 17,16      | 43,21       | 17,76      | 44,72       | 18,38      |
| ARSEN2-RJ138       | 27,75       | 10,78      | 28,70       | 11,15      | 29,69       | 11,54      | 30,70       | 11,93      | 31,75       | 12,33      | 32,82       | 12,75      | 33,91       | 13,18      | 35,82       | 13,92      | 37,08       | 14,41      | 38,37       | 14,91      | 39,72       | 15,43      |
| CELIS1-RJ138       | 26,80       | 10,18      | 27,73       | 10,53      | 28,68       | 10,89      | 29,66       | 11,26      | 30,66       | 11,65      | 31,70       | 12,04      | 32,80       | 12,46      | 34,65       | 13,16      | 35,87       | 13,62      | 37,12       | 14,10      | 38,42       | 14,59      |
| CELIS2-RJ138       | 51,79       | 16,44      | 53,58       | 17,00      | 55,41       | 17,59      | 57,30       | 18,19      | 59,25       | 18,80      | 61,26       | 19,44      | 63,39       | 20,12      | 66,96       | 21,25      | 69,31       | 21,99      | 71,73       | 22,76      | 74,24       | 23,56      |
| COMPER-RJ138       | 8,00        | 0,88       | 8,00        | 0,88       | 8,00        | 0,88       | 8,00        | 0,88       | 8,00        | 0,88       | 8,00        | 0,88       | 8,00        | 0,88       | 8,00        | 0,88       | 8,28        | 0,91       | 8,57        | 0,94       | 8,87        | 0,98       |
| GBRANC-RJ138       | 68,79       | 29,87      | 71,16       | 30,90      | 73,60       | 31,96      | 76,11       | 33,05      | 78,70       | 34,17      | 81,36       | 35,33      | 84,06       | 36,50      | 88,80       | 38,56      | 91,91       | 39,91      | 95,12       | 41,31      | 98,45       | 42,75      |
| GRADIM-RJ069       | 11,22       | 6,00       | 11,61       | 6,21       | 12,01       | 6,42       | 12,42       | 6,64       | 12,84       | 6,86       | 13,28       | 7,10       | 13,72       | 7,33       | 14,49       | 7,75       | 15,00       | 8,02       | 15,52       | 8,30       | 16,06       | 8,59       |
| GUAXIN-RJ138       | 55,15       | 14,69      | 57,05       | 15,19      | 59,00       | 15,72      | 61,02       | 16,25      | 63,09       | 16,80      | 65,23       | 17,37      | 67,39       | 17,95      | 71,19       | 18,96      | 73,68       | 19,63      | 76,26       | 20,31      | 78,93       | 21,02      |
| ICARAI-RJ138       | 48,82       | 22,80      | 50,50       | 23,59      | 52,23       | 24,40      | 54,02       | 25,23      | 55,85       | 26,09      | 57,74       | 26,97      | 59,66       | 27,86      | 63,02       | 29,44      | 65,23       | 30,47      | 67,51       | 31,53      | 69,88       | 32,64      |
| IMBARI-RJ138       | 48,82       | 20,13      | 50,50       | 20,83      | 52,23       | 21,54      | 54,01       | 22,28      | 55,85       | 23,03      | 57,74       | 23,81      | 59,75       | 24,64      | 63,12       | 26,03      | 65,33       | 26,94      | 67,61       | 27,88      | 69,98       | 28,86      |
| INGA---RJ138       | 44,78       | 23,33      | 46,32       | 24,13      | 47,91       | 24,96      | 49,54       | 25,81      | 51,23       | 26,69      | 52,96       | 27,60      | 54,72       | 28,51      | 57,80       | 30,12      | 59,83       | 31,17      | 61,92       | 32,26      | 64,09       | 33,39      |
| ITAMB1-RJ069       | 0,25        | 0,11       | 0,25        | 0,11       | 0,25        | 0,11       | 0,25        | 0,11       | 0,25        | 0,11       | 0,25        | 0,11       | 0,25        | 0,11       | 0,10        | 0,04       | 0,10        | 0,04       | 0,11        | 0,05       | 0,11        | 0,05       |
| ITAMB2-RJ069       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       |
| ITAMB3-RJ069       | 7,00        | 2,84       | 7,00        | 2,84       | 7,00        | 2,84       | 7,00        | 2,84       | 7,00        | 2,84       | 7,00        | 2,84       | 7,00        | 2,84       | 7,00        | 2,84       | 7,24        | 2,94       | 7,50        | 3,04       | 7,76        | 3,15       |
| ITAMBI-RJ138       | 18,50       | 7,25       | 19,14       | 7,50       | 19,79       | 7,76       | 20,47       | 8,02       | 21,16       | 8,29       | 21,88       | 8,57       | 22,61       | 8,86       | 23,88       | 9,36       | 24,72       | 9,69       | 25,58       | 10,02      | 26,48       | 10,38      |
| KLABIN-RJ069       | 3,50        | 1,49       | 3,50        | 1,49       | 3,50        | 1,49       | 3,50        | 1,49       | 3,50        | 1,49       | 3,50        | 1,49       | 3,50        | 1,49       | 3,50        | 1,49       | 3,62        | 1,54       | 3,75        | 1,60       | 3,88        | 1,65       |
| MAGE---RJ069       | 55,69       | 24,21      | 57,61       | 25,04      | 59,58       | 25,90      | 61,62       | 26,78      | 63,71       | 27,70      | 65,87       | 28,63      | 68,06       | 29,58      | 71,89       | 31,25      | 74,41       | 32,35      | 77,01       | 33,48      | 79,71       | 34,65      |
| NITRIF-RJ138       | 3,80        | 2,40       | 3,80        | 2,40       | 3,80        | 2,40       | 3,80        | 2,40       | 3,80        | 2,40       | 3,80        | 2,40       | 3,80        | 2,40       | 3,50        | 2,21       | 3,62        | 2,29       | 3,75        | 2,37       | 3,88        | 2,45       |
| P.ANGE-RJ138       | 45,22       | 17,73      | 46,77       | 18,34      | 48,37       | 18,97      | 50,03       | 19,62      | 51,73       | 20,29      | 53,48       | 20,97      | 55,25       | 21,67      | 58,37       | 22,89      | 60,41       | 23,69      | 62,53       | 24,52      | 64,71       | 25,38      |
| P.ROSA-RJ138       | 56,43       | 24,04      | 58,37       | 24,86      | 60,37       | 25,71      | 62,43       | 26,59      | 64,55       | 27,50      | 66,74       | 28,43      | 68,95       | 29,37      | 72,84       | 31,03      | 75,39       | 32,11      | 78,03       | 33,24      | 80,76       | 34,40      |
| PETROF-RJ138       | 7,30        | 4,67       | 7,30        | 4,67       | 7,30        | 4,67       | 7,30        | 4,67       | 7,30        | 4,67       | 7,30        | 4,67       | 7,30        | 4,67       | 7,30        | 4,67       | 7,56        | 4,84       | 7,82        | 5,01       | 8,09        | 5,18       |
| PNGEL2-RJ138       | 21,95       | 9,35       | 22,70       | 9,67       | 23,48       | 10,00      | 24,28       | 10,34      | 25,11       | 10,70      | 25,96       | 11,06      | 26,82       | 11,42      | 28,33       | 12,07      | 29,32       | 12,49      | 30,35       | 12,93      | 31,41       | 13,38      |
| RIOPO2-RJ138       | 18,00       | 7,80       | 18,00       | 7,80       | 18,00       | 7,80       | 18,00       | 7,80       | 18,00       | 7,80       | 18,00       | 7,80       | 18,00       | 7,80       | 18,00       | 7,80       | 18,63       | 8,07       | 19,28       | 8,35       | 19,96       | 8,65       |
| RIOPOL-RJ138       | 18,00       | 6,75       | 18,00       | 6,75       | 18,00       | 6,75       | 18,00       | 6,75       | 18,00       | 6,75       | 18,00       | 6,75       | 18,00       | 6,75       | 18,00       | 6,75       | 18,63       | 6,98       | 19,28       | 7,23       | 19,96       | 7,48       |
| SCHIN--RJ069       | 6,00        | 3,79       | 6,00        | 3,79       | 6,00        | 3,79       | 6,00        | 3,79       | 6,00        | 3,79       | 6,00        | 3,79       | 6,00        | 3,79       | 4,20        | 2,65       | 4,35        | 2,75       | 4,50        | 2,84       | 4,66        | 2,94       |
| SLOURE-RJ069       | 46,98       | 24,54      | 48,60       | 25,38      | 50,26       | 26,25      | 51,98       | 27,15      | 53,74       | 28,07      | 55,57       | 29,02      | 57,41       | 29,99      | 60,65       | 31,68      | 62,77       | 32,78      | 64,97       | 33,93      | 67,24       | 35,12      |
| SPONTE-RJ138       | 80,11       | 35,68      | 82,87       | 36,91      | 85,71       | 38,17      | 88,63       | 39,47      | 91,65       | 40,82      | 94,75       | 42,20      | 97,89       | 43,60      | 103,41      | 46,06      | 107,03      | 47,67      | 110,78      | 49,34      | 114,66      | 51,06      |
| SUZANO-RJ138       | 10,50       | 3,31       | 10,50       | 3,31       | 10,50       | 3,31       | 10,50       | 3,31       | 10,50       | 3,31       | 10,50       | 3,31       | 10,50       | 3,31       | 10,00       | 3,15       | 10,35       | 3,26       | 10,71       | 3,37       | 11,09       | 3,49       |
| TECAM--RJ138       | 7,17        | 2,74       | 7,17        | 2,74       | 7,17        | 2,74       | 7,17        | 2,74       | 7,17        | 2,74       | 7,17        | 2,74       | 7,17        | 2,74       | 4,45        | 1,70       | 4,61        | 1,76       | 4,77        | 1,82       | 4,93        | 1,89       |
| VPEDRA-RJ069       | 80,35       | 37,44      | 83,12       | 38,73      | 85,97       | 40,06      | 88,90       | 41,43      | 91,92       | 42,84      | 95,04       | 44,29      | 98,19       | 45,76      | 103,73      | 48,34      | 107,36      | 50,03      | 111,12      | 51,78      | 115,00      | 53,59      |
| VPEDRA-RJ138       | 66,62       | 27,92      | 68,91       | 28,88      | 71,27       | 29,87      | 73,70       | 30,89      | 76,21       | 31,94      | 78,79       | 33,02      | 81,40       | 34,12      | 85,99       | 36,04      | 89,00       | 37,31      | 92,12       | 38,61      | 95,34       | 39,96      |
| Z.SUL--RJ138       | 161,66      | 69,82      | 167,22      | 72,22      | 172,95      | 74,70      | 178,86      | 77,25      | 184,94      | 79,87      | 191,20      | 82,58      | 197,54      | 85,32      | 208,68      | 90,13      | 215,99      | 93,28      | 223,55      | 96,55      | 231,37      | 99,93      |
| <b>Total Geral</b> | <b>1253</b> | <b>537</b> | <b>1293</b> | <b>554</b> | <b>1334</b> | <b>572</b> | <b>1376</b> | <b>590</b> | <b>1420</b> | <b>609</b> | <b>1465</b> | <b>629</b> | <b>1511</b> | <b>648</b> | <b>1586</b> | <b>680</b> | <b>1641</b> | <b>704</b> | <b>1699</b> | <b>729</b> | <b>1758</b> | <b>754</b> |

Tabela 16-6 - Projeção de Demanda - Patamar de Carga Pesada

| Nome da Barra      | 2024        |            | 2025        |            | 2026        |            | 2027        |            | 2028        |            | 2029        |            | 2030        |            | 2031        |            | 2032        |            | 2033        |            | 2034        |            |
|--------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
|                    | P (MW)      | Q (Mvar)   |
| ALCAN1-RJ138       | 89,34       | 45,02      | 92,28       | 46,50      | 95,31       | 48,03      | 98,43       | 49,60      | 101,65      | 51,22      | 104,96      | 52,89      | 108,30      | 54,57      | 111,80      | 56,33      | 115,71      | 58,31      | 119,76      | 60,35      | 123,96      | 62,46      |
| ALCANT-RJ069       | 35,45       | 15,35      | 36,62       | 15,86      | 37,82       | 16,38      | 39,06       | 16,91      | 40,34       | 17,47      | 41,65       | 18,04      | 42,98       | 18,61      | 44,37       | 19,21      | 45,92       | 19,88      | 47,53       | 20,58      | 49,19       | 21,30      |
| ARSEN1-RJ138       | 34,05       | 14,00      | 35,17       | 14,46      | 36,33       | 14,93      | 37,52       | 15,42      | 38,74       | 15,92      | 40,00       | 16,44      | 41,28       | 16,97      | 42,61       | 17,52      | 44,10       | 18,13      | 45,65       | 18,76      | 47,24       | 19,42      |
| ARSEN2-RJ138       | 30,24       | 11,75      | 31,23       | 12,14      | 32,26       | 12,53      | 33,31       | 12,94      | 34,40       | 13,37      | 35,52       | 13,80      | 36,66       | 14,24      | 37,84       | 14,70      | 39,16       | 15,22      | 40,53       | 15,75      | 41,95       | 16,30      |
| CELIS1-RJ138       | 29,21       | 11,09      | 30,17       | 11,46      | 31,16       | 11,83      | 32,18       | 12,22      | 33,23       | 12,62      | 34,31       | 13,03      | 35,46       | 13,47      | 36,61       | 13,90      | 37,89       | 14,39      | 39,21       | 14,89      | 40,59       | 15,41      |
| CELIS2-RJ138       | 56,44       | 17,91      | 58,29       | 18,50      | 60,21       | 19,11      | 62,18       | 19,73      | 64,21       | 20,38      | 66,30       | 21,04      | 68,52       | 21,75      | 70,73       | 22,45      | 73,21       | 23,23      | 75,77       | 24,05      | 78,42       | 24,89      |
| COMPER-RJ138       | 8,00        | 0,88       | 8,00        | 0,88       | 8,00        | 0,88       | 8,00        | 0,88       | 8,00        | 0,88       | 8,00        | 0,88       | 8,00        | 0,88       | 8,00        | 0,88       | 8,28        | 0,91       | 8,57        | 0,94       | 8,87        | 0,98       |
| GBRANC-RJ138       | 74,96       | 32,55      | 77,43       | 33,62      | 79,97       | 34,73      | 82,58       | 35,86      | 85,28       | 37,03      | 88,06       | 38,24      | 90,87       | 39,46      | 93,80       | 40,73      | 97,08       | 42,16      | 100,48      | 43,63      | 104,00      | 45,16      |
| GRADIM-RJ069       | 12,23       | 6,54       | 12,63       | 6,75       | 13,05       | 6,98       | 13,48       | 7,20       | 13,92       | 7,44       | 14,37       | 7,68       | 14,83       | 7,93       | 15,31       | 8,18       | 15,84       | 8,47       | 16,40       | 8,76       | 16,97       | 9,07       |
| GUAXIN-RJ138       | 60,09       | 16,01      | 62,07       | 16,53      | 64,11       | 17,08      | 66,21       | 17,63      | 68,37       | 18,21      | 70,60       | 18,80      | 72,85       | 19,40      | 75,20       | 20,03      | 77,83       | 20,73      | 80,56       | 21,46      | 83,38       | 22,21      |
| ICARAI-RJ138       | 53,20       | 24,85      | 54,95       | 25,66      | 56,75       | 26,51      | 58,61       | 27,37      | 60,53       | 28,27      | 62,50       | 29,19      | 64,49       | 30,12      | 66,57       | 31,09      | 68,90       | 32,18      | 71,31       | 33,31      | 73,81       | 34,47      |
| IMBARI-RJ138       | 53,20       | 21,94      | 54,95       | 22,66      | 56,75       | 23,41      | 58,61       | 24,17      | 60,52       | 24,96      | 62,49       | 25,77      | 64,59       | 26,64      | 66,67       | 27,50      | 69,01       | 28,46      | 71,42       | 29,46      | 73,92       | 30,49      |
| INGA---RJ138       | 48,79       | 25,42      | 50,40       | 26,26      | 52,05       | 27,12      | 53,76       | 28,01      | 55,51       | 28,93      | 57,32       | 29,87      | 59,15       | 30,82      | 61,06       | 31,81      | 63,20       | 32,93      | 65,41       | 34,08      | 67,70       | 35,27      |
| ITAMB1-RJ069       | 0,10        | 0,04       | 0,10        | 0,04       | 0,10        | 0,04       | 0,10        | 0,04       | 0,10        | 0,04       | 0,10        | 0,04       | 0,10        | 0,04       | 0,10        | 0,04       | 0,10        | 0,04       | 0,11        | 0,05       | 0,11        | 0,05       |
| ITAMB2-RJ069       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       |
| ITAMB3-RJ069       | 7,00        | 2,84       | 7,00        | 2,84       | 7,00        | 2,84       | 7,00        | 2,84       | 7,00        | 2,84       | 7,00        | 2,84       | 7,00        | 2,84       | 7,00        | 2,84       | 7,24        | 2,94       | 7,50        | 3,04       | 7,76        | 3,15       |
| ITAMBI-RJ138       | 20,16       | 7,90       | 20,82       | 8,16       | 21,51       | 8,43       | 22,21       | 8,70       | 22,93       | 8,99       | 23,68       | 9,28       | 24,44       | 9,58       | 25,23       | 9,88       | 26,11       | 10,23      | 27,02       | 10,59      | 27,97       | 10,96      |
| KLABIN-RJ069       | 3,50        | 1,49       | 3,50        | 1,49       | 3,50        | 1,49       | 3,50        | 1,49       | 3,50        | 1,49       | 3,50        | 1,49       | 3,50        | 1,49       | 3,50        | 1,49       | 3,62        | 1,54       | 3,75        | 1,60       | 3,88        | 1,65       |
| MAGE---RJ069       | 60,69       | 26,38      | 62,68       | 27,25      | 64,74       | 28,14      | 66,86       | 29,06      | 69,04       | 30,01      | 71,29       | 30,99      | 73,57       | 31,98      | 75,94       | 33,01      | 78,60       | 34,17      | 81,35       | 35,36      | 84,20       | 36,60      |
| NITRIF-RJ138       | 3,50        | 2,21       | 3,50        | 2,21       | 3,50        | 2,21       | 3,50        | 2,21       | 3,50        | 2,21       | 3,50        | 2,21       | 3,50        | 2,21       | 3,50        | 2,21       | 3,62        | 2,29       | 3,75        | 2,37       | 3,88        | 2,45       |
| P.ANGE-RJ138       | 49,27       | 19,32      | 50,89       | 19,96      | 52,56       | 20,61      | 54,28       | 21,29      | 56,06       | 21,98      | 57,88       | 22,70      | 59,73       | 23,42      | 61,66       | 24,18      | 63,81       | 25,03      | 66,05       | 25,90      | 68,36       | 26,81      |
| P.ROSA-RJ138       | 61,49       | 26,19      | 63,51       | 27,05      | 65,60       | 27,94      | 67,74       | 28,86      | 69,96       | 29,80      | 72,23       | 30,77      | 74,54       | 31,75      | 76,94       | 32,77      | 79,64       | 33,92      | 82,42       | 35,11      | 85,31       | 36,34      |
| PETROF-RJ138       | 7,30        | 4,67       | 7,30        | 4,67       | 7,30        | 4,67       | 7,30        | 4,67       | 7,30        | 4,67       | 7,30        | 4,67       | 7,30        | 4,67       | 7,30        | 4,67       | 7,56        | 4,84       | 7,82        | 5,01       | 8,09        | 5,18       |
| PNGEL2-RJ138       | 23,91       | 10,19      | 24,70       | 10,52      | 25,51       | 10,87      | 26,35       | 11,22      | 27,21       | 11,59      | 28,09       | 11,97      | 28,99       | 12,35      | 29,93       | 12,75      | 30,97       | 13,19      | 32,06       | 13,66      | 33,18       | 14,13      |
| RIOPO2-RJ138       | 18,00       | 7,80       | 18,00       | 7,80       | 18,00       | 7,80       | 18,00       | 7,80       | 18,00       | 7,80       | 18,00       | 7,80       | 18,00       | 7,80       | 18,00       | 7,80       | 18,63       | 8,07       | 19,28       | 8,35       | 19,96       | 8,65       |
| RIOPOL-RJ138       | 18,00       | 6,75       | 18,00       | 6,75       | 18,00       | 6,75       | 18,00       | 6,75       | 18,00       | 6,75       | 18,00       | 6,75       | 18,00       | 6,75       | 18,00       | 6,75       | 18,63       | 6,98       | 19,28       | 7,23       | 19,96       | 7,48       |
| SCHIN--RJ069       | 4,20        | 2,65       | 4,20        | 2,65       | 4,20        | 2,65       | 4,20        | 2,65       | 4,20        | 2,65       | 4,20        | 2,65       | 4,20        | 2,65       | 4,20        | 2,65       | 4,35        | 2,75       | 4,50        | 2,84       | 4,66        | 2,94       |
| SLOURE-RJ069       | 51,19       | 26,74      | 52,88       | 27,62      | 54,61       | 28,53      | 56,40       | 29,46      | 58,24       | 30,42      | 60,14       | 31,41      | 62,06       | 32,41      | 64,06       | 33,46      | 66,30       | 34,63      | 68,62       | 35,84      | 71,03       | 37,10      |
| SPONTE-RJ138       | 87,29       | 38,88      | 90,17       | 40,16      | 93,13       | 41,48      | 96,17       | 42,83      | 99,32       | 44,23      | 102,55      | 45,67      | 105,82      | 47,13      | 109,24      | 48,65      | 113,06      | 50,35      | 117,02      | 52,12      | 121,11      | 53,94      |
| SUZANO-RJ138       | 10,00       | 3,15       | 10,00       | 3,15       | 10,00       | 3,15       | 10,00       | 3,15       | 10,00       | 3,15       | 10,00       | 3,15       | 10,00       | 3,15       | 10,00       | 3,15       | 10,35       | 3,26       | 10,71       | 3,37       | 11,09       | 3,49       |
| TECAM--RJ138       | 4,45        | 1,70       | 4,45        | 1,70       | 4,45        | 1,70       | 4,45        | 1,70       | 4,45        | 1,70       | 4,45        | 1,70       | 4,45        | 1,70       | 4,45        | 1,70       | 4,61        | 1,76       | 4,77        | 1,82       | 4,93        | 1,89       |
| VPEDRA-RJ069       | 87,56       | 40,80      | 90,44       | 42,15      | 93,41       | 43,53      | 96,47       | 44,95      | 99,62       | 46,42      | 102,86      | 47,93      | 106,14      | 49,46      | 109,57      | 51,06      | 113,40      | 52,85      | 117,37      | 54,70      | 121,48      | 56,61      |
| VPEDRA-RJ138       | 72,59       | 30,42      | 74,98       | 31,43      | 77,44       | 32,46      | 79,97       | 33,52      | 82,59       | 34,62      | 85,28       | 35,74      | 87,99       | 36,88      | 90,84       | 38,07      | 94,02       | 39,41      | 97,31       | 40,79      | 100,71      | 42,21      |
| Z.SUL--RJ138       | 176,15      | 76,08      | 181,95      | 78,58      | 187,92      | 81,16      | 194,08      | 83,82      | 200,41      | 86,56      | 206,94      | 89,38      | 213,54      | 92,22      | 220,44      | 95,20      | 228,15      | 98,54      | 236,14      | 101,98     | 244,40      | 105,55     |
| <b>Total Geral</b> | <b>1352</b> | <b>580</b> | <b>1393</b> | <b>597</b> | <b>1436</b> | <b>616</b> | <b>1481</b> | <b>635</b> | <b>1526</b> | <b>655</b> | <b>1573</b> | <b>675</b> | <b>1621</b> | <b>695</b> | <b>1670</b> | <b>717</b> | <b>1729</b> | <b>742</b> | <b>1789</b> | <b>768</b> | <b>1852</b> | <b>795</b> |

Tabela 16-7 - Projeção de Demanda - Patamar de Carga Máxima

| Nome da Barra      | 2024        |            | 2025        |            | 2026        |            | 2027        |            | 2028        |            | 2029        |            | 2030        |            | 2031        |            | 2032        |            | 2033        |            | 2034        |            |
|--------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
|                    | P (MW)      | Q (Mvar)   |
| ALCAN1-RJ138       | 92,82       | 24,33      | 96,24       | 25,17      | 99,78       | 26,05      | 103,45      | 26,96      | 107,27      | 27,90      | 111,22      | 28,87      | 115,33      | 29,88      | 119,58      | 30,92      | 124,37      | 32,16      | 129,34      | 33,45      | 134,52      | 34,79      |
| ALCANT-RJ069       | 36,42       | 8,02       | 38,24       | 8,42       | 40,15       | 8,84       | 42,16       | 9,28       | 44,27       | 9,75       | 46,48       | 10,23      | 48,80       | 10,75      | 51,24       | 11,28      | 53,29       | 11,74      | 55,43       | 12,20      | 57,64       | 12,69      |
| ARSEN1-RJ138       | 35,06       | 2,85       | 36,46       | 2,96       | 37,92       | 3,08       | 39,43       | 3,20       | 41,01       | 3,33       | 42,65       | 3,46       | 44,36       | 3,60       | 46,13       | 3,75       | 47,98       | 3,90       | 49,90       | 4,05       | 51,89       | 4,21       |
| ARSEN2-RJ138       | 29,26       | 10,72      | 30,43       | 11,14      | 31,64       | 11,59      | 32,91       | 12,05      | 34,22       | 12,54      | 35,59       | 13,04      | 37,02       | 13,56      | 38,50       | 14,10      | 40,04       | 14,67      | 41,64       | 15,25      | 43,30       | 15,86      |
| CELIS1-RJ138       | 34,85       | 13,81      | 36,24       | 14,36      | 37,69       | 14,93      | 39,20       | 15,53      | 40,76       | 16,15      | 42,39       | 16,80      | 44,09       | 17,47      | 45,85       | 18,17      | 47,69       | 18,90      | 49,60       | 19,65      | 51,58       | 20,44      |
| CELIS2-RJ138       | 57,81       | 23,67      | 60,12       | 24,62      | 62,53       | 25,60      | 65,03       | 26,63      | 67,63       | 27,69      | 70,34       | 28,80      | 73,15       | 29,95      | 76,08       | 31,15      | 79,12       | 32,40      | 82,28       | 33,69      | 85,57       | 35,04      |
| COMPER-RJ138       | 8,00        | 3,41       | 8,00        | 3,41       | 8,00        | 3,41       | 8,00        | 3,41       | 8,00        | 3,41       | 8,00        | 3,41       | 8,00        | 3,41       | 8,00        | 3,41       | 8,32        | 3,54       | 8,65        | 3,69       | 9,00        | 3,83       |
| GBRANC-RJ138       | 80,91       | 32,95      | 84,15       | 34,27      | 87,52       | 35,64      | 91,02       | 37,07      | 94,66       | 38,55      | 98,44       | 40,09      | 102,38      | 41,70      | 106,48      | 43,37      | 110,74      | 45,10      | 115,17      | 46,90      | 119,77      | 48,78      |
| GRADIM-RJ069       | 12,67       | 6,75       | 13,18       | 7,02       | 13,70       | 7,30       | 14,25       | 7,59       | 14,82       | 7,90       | 15,41       | 8,21       | 16,03       | 8,54       | 16,67       | 8,88       | 17,34       | 9,24       | 18,03       | 9,61       | 18,75       | 9,99       |
| GUAXIN-RJ138       | 80,01       | 34,53      | 83,21       | 35,91      | 86,54       | 37,35      | 90,00       | 38,84      | 93,60       | 40,39      | 97,35       | 42,01      | 101,24      | 43,69      | 105,29      | 45,44      | 109,50      | 47,25      | 113,88      | 49,14      | 118,44      | 51,11      |
| ICARAI-RJ138       | 56,80       | 22,47      | 59,08       | 23,37      | 61,44       | 24,31      | 63,90       | 25,28      | 66,45       | 26,29      | 69,11       | 27,34      | 71,87       | 28,44      | 74,75       | 29,57      | 77,74       | 30,76      | 80,85       | 31,99      | 84,08       | 33,27      |
| IMBARI-RJ138       | 65,73       | 21,63      | 68,36       | 22,49      | 71,09       | 23,39      | 73,94       | 24,33      | 76,90       | 25,30      | 79,97       | 26,31      | 83,17       | 27,36      | 86,50       | 28,46      | 89,96       | 29,60      | 93,56       | 30,78      | 97,30       | 32,01      |
| INGA---RJ138       | 43,84       | 2,82       | 45,59       | 2,93       | 47,42       | 3,04       | 49,32       | 3,17       | 51,29       | 3,29       | 53,34       | 3,43       | 55,47       | 3,56       | 57,69       | 3,70       | 60,00       | 3,85       | 62,40       | 4,01       | 64,90       | 4,17       |
| ITAMB1-RJ069       | 0,25        | 0,11       | 0,00        | 0,00       | 0,25        | 0,11       | 0,25        | 0,11       | 0,25        | 0,11       | 0,25        | 0,11       | 0,25        | 0,11       | 0,25        | 0,11       | 0,26        | 0,11       | 0,27        | 0,12       | 0,28        | 0,12       |
| ITAMB2-RJ069       | 23,27       | 9,61       | 0,00        | 0,00       | 25,17       | 10,40      | 26,17       | 10,81      | 27,22       | 11,24      | 28,31       | 11,69      | 29,44       | 12,16      | 30,62       | 12,65      | 31,84       | 13,15      | 33,12       | 13,68      | 34,44       | 14,23      |
| ITAMB3-RJ069       | 7,20        | 3,07       | 0,00        | 0,00       | 7,20        | 3,07       | 7,20        | 3,07       | 7,20        | 3,07       | 7,20        | 3,07       | 7,20        | 3,07       | 7,20        | 3,07       | 7,49        | 3,19       | 7,79        | 3,32       | 8,10        | 3,45       |
| ITAMBI-RJ138       | 0,00        | 0,00       | 31,65       | 13,17      | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       | 0,00        | 0,00       |
| KLABIN-RJ069       | 3,50        | 1,49       | 3,50        | 1,49       | 3,50        | 1,49       | 3,50        | 1,49       | 3,50        | 1,49       | 3,50        | 1,49       | 3,50        | 1,49       | 3,50        | 1,49       | 3,64        | 1,55       | 3,79        | 1,61       | 3,94        | 1,68       |
| MAGE---RJ069       | 72,14       | 30,04      | 75,75       | 31,55      | 79,54       | 33,12      | 83,51       | 34,78      | 87,69       | 36,52      | 92,07       | 38,35      | 96,68       | 40,26      | 101,51      | 42,28      | 105,57      | 43,97      | 109,79      | 45,73      | 114,19      | 47,55      |
| NITRIF-RJ138       | 3,80        | 1,62       | 3,80        | 1,62       | 3,80        | 1,62       | 3,80        | 1,62       | 3,80        | 1,62       | 3,80        | 1,62       | 3,80        | 1,62       | 3,80        | 1,62       | 3,95        | 1,68       | 4,11        | 1,75       | 4,27        | 1,82       |
| P.ANGE-RJ138       | 55,04       | 18,89      | 57,24       | 19,64      | 59,53       | 20,43      | 61,91       | 21,25      | 64,39       | 22,10      | 66,97       | 22,98      | 69,64       | 23,90      | 72,43       | 24,86      | 75,33       | 25,85      | 78,34       | 26,88      | 81,47       | 27,96      |
| P.ROSA-RJ138       | 66,20       | 25,08      | 68,85       | 26,08      | 71,60       | 27,13      | 74,47       | 28,21      | 77,45       | 29,34      | 80,55       | 30,51      | 83,77       | 31,73      | 87,12       | 33,00      | 90,60       | 34,32      | 94,23       | 35,70      | 98,00       | 37,12      |
| PETROF-RJ138       | 7,30        | 3,11       | 7,30        | 3,11       | 7,30        | 3,11       | 7,30        | 3,11       | 7,30        | 3,11       | 7,30        | 3,11       | 7,30        | 3,11       | 7,30        | 3,11       | 7,59        | 3,23       | 7,90        | 3,36       | 8,21        | 3,50       |
| PNGEL2-RJ138       | 34,88       | 13,77      | 36,28       | 14,32      | 37,73       | 14,90      | 39,24       | 15,49      | 40,81       | 16,11      | 42,44       | 16,76      | 44,14       | 17,43      | 45,90       | 18,12      | 47,74       | 18,85      | 49,65       | 19,60      | 51,63       | 20,39      |
| RIOPO2-RJ138       | 18,00       | 7,67       | 18,00       | 7,67       | 18,00       | 7,67       | 18,00       | 7,67       | 18,00       | 7,67       | 18,00       | 7,67       | 18,00       | 7,67       | 18,00       | 7,67       | 18,72       | 7,97       | 19,47       | 8,29       | 20,25       | 8,63       |
| RIOPOL-RJ138       | 18,00       | 7,67       | 18,00       | 7,67       | 18,00       | 7,67       | 18,00       | 7,67       | 18,00       | 7,67       | 18,00       | 7,67       | 18,00       | 7,67       | 18,00       | 7,67       | 18,72       | 7,97       | 19,47       | 8,29       | 20,25       | 8,63       |
| SCHIN--RJ069       | 6,00        | 2,56       | 6,00        | 2,56       | 6,00        | 2,56       | 6,00        | 2,56       | 6,00        | 2,56       | 6,00        | 2,56       | 6,00        | 2,56       | 6,00        | 2,56       | 6,24        | 2,66       | 6,49        | 2,76       | 6,75        | 2,88       |
| SLOURE-RJ069       | 44,88       | 10,84      | 46,51       | 11,26      | 48,20       | 11,71      | 49,94       | 12,17      | 51,75       | 12,65      | 53,63       | 13,14      | 55,58       | 13,66      | 57,59       | 14,20      | 59,90       | 14,76      | 62,29       | 15,35      | 64,79       | 15,97      |
| SPONTE-RJ138       | 85,50       | 7,01       | 88,92       | 7,29       | 92,48       | 7,58       | 96,18       | 7,88       | 100,03      | 8,20       | 104,03      | 8,52       | 108,19      | 8,87       | 112,52      | 9,22       | 117,02      | 9,59       | 121,70      | 9,97       | 126,57      | 10,37      |
| SUZANO-RJ138       | 10,50       | 4,47       | 10,50       | 4,47       | 10,50       | 4,47       | 10,50       | 4,47       | 10,50       | 4,47       | 10,50       | 4,47       | 10,50       | 4,47       | 10,50       | 4,47       | 10,92       | 4,65       | 11,36       | 4,84       | 11,81       | 5,03       |
| TECAM--RJ138       | 7,20        | 3,07       | 7,20        | 3,07       | 7,20        | 3,07       | 7,20        | 3,07       | 7,20        | 3,07       | 7,20        | 3,07       | 7,20        | 3,07       | 7,20        | 3,07       | 7,49        | 3,19       | 7,79        | 3,32       | 8,10        | 3,45       |
| VPEDRA-RJ069       | 99,14       | 23,06      | 103,26      | 23,96      | 107,55      | 24,88      | 112,04      | 25,85      | 116,71      | 26,85      | 121,59      | 27,90      | 126,68      | 28,98      | 132,00      | 30,12      | 137,28      | 31,32      | 142,77      | 32,57      | 148,48      | 33,88      |
| VPEDRA-RJ138       | 68,11       | 11,34      | 70,83       | 11,80      | 73,67       | 12,27      | 76,61       | 12,76      | 79,68       | 13,27      | 82,87       | 13,80      | 86,18       | 14,35      | 89,63       | 14,93      | 93,21       | 15,52      | 96,94       | 16,14      | 100,82      | 16,79      |
| Z.SUL--RJ138       | 177,03      | 52,51      | 184,12      | 54,61      | 191,48      | 56,80      | 199,14      | 59,07      | 207,10      | 61,43      | 215,39      | 63,89      | 224,00      | 66,44      | 232,96      | 69,10      | 242,28      | 71,86      | 251,97      | 74,74      | 262,05      | 77,73      |
| <b>Total Geral</b> | <b>1442</b> | <b>445</b> | <b>1497</b> | <b>461</b> | <b>1554</b> | <b>479</b> | <b>1614</b> | <b>496</b> | <b>1675</b> | <b>515</b> | <b>1740</b> | <b>534</b> | <b>1807</b> | <b>555</b> | <b>1877</b> | <b>576</b> | <b>1952</b> | <b>599</b> | <b>2030</b> | <b>622</b> | <b>2111</b> | <b>647</b> |

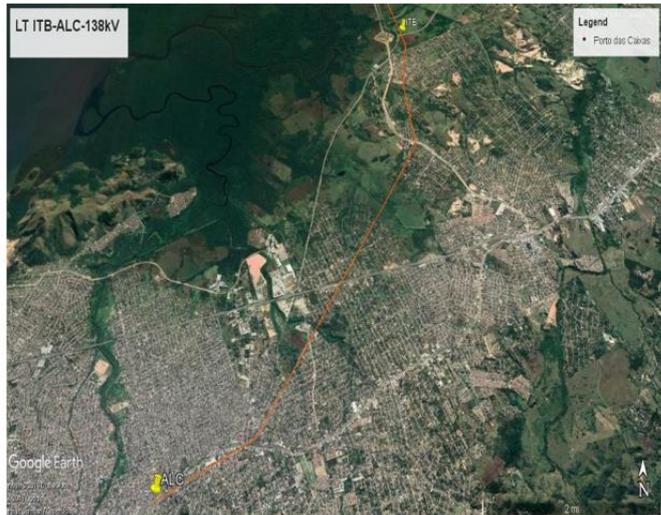
## 16.5 Anexo 5 – Relatório ENEL Distribuição Rio – Memorial descritivo custos para recondução de LDs 138 kV

### 2023: Recondução Itambi - Alcântara (AeroZ T-Drake)



#### DADOS

- Comprimento: ~14 km;
- Estrutura: Metálica CD;
- Cabo condutor: 795MCM-CAA T-Drake;
- Cabo PR: 1 aço 3/8" EHS – 1 OPGW 10,8mm;
- Largura de Faixa: 30 m compartilhada com LT-138kV - IMB/ALC (8 m+14 m+8 m); e
- Ano de Energização: 1967.



### 2023: Recondução Itambi - Alcântara (AeroZ T-Drake)



#### OBSERVAÇÕES

- Servidão Irregular (~ 5,0 km);
- Sem faixa para construção;
- Necessidade de instalação de cabo CAA-EF e OPGW;
- Impossibilidade de desligamento;
- Faixa de servidão compartilhada de 30m;
- Necessidade de troca das estruturas e instalação de novas estruturas.

#### PRAZO

48 meses

#### CUSTOS

- Circuitos novos: R\$ 27.820.800,00
- Aquisição de faixa adicional: R\$ 29.820.000,00
- Liberação de faixa invadida: R\$ 40.000.000,00
- Implementação de variante: R\$ 21.560.000,00
- Desmontagem LT existente: R\$ 4.200.000,00
- **TOTAL: R\$ 123.400.800,00 (8.814.342,00 R\$/km)**



## 2023: Recondutoramento Tap Venda - Arsenal (AeroZ T-Drake)



### DADOS

- Comprimento: ~17 km;
- Estrutura: Metálica CD;
- Cabo condutor: 795MCM-CAA T-Drake
- Cabo PR: 2 cabos de aço 3/8" EHS;
- Largura de Faixa:
  - 28 m (VDP / Amendoeira) – 14km
  - 30 m (Amendoeira / SE Zona Sul) compartilhada com a LT 69kV ALC/ZSL – 11,5km
- Ano de Energização: 1999.



## 2023: Recondutoramento Tap Venda - Arsenal (AeroZ T-Drake)



### OBSERVAÇÕES

- Servidão Irregular ~1,9 km;
- Sem faixa para construção;
- Necessidade de instalação de cabo CAA-EF e OPGW;
- Impossibilidade de desligamento;
- Faixa de servidão compartilhada de 30m;
- Necessidade de troca das estruturas e instalação de novas estruturas.

### PRAZO

48 meses

### CUSTOS

- Circuitos novos: R\$ 33.782.400,00
- Aquisição de faixa adicional: R\$ 39.090.000,00
- Liberação de faixa invadida: R\$ 15.200.000,00
- Implementação de variante: R\$ 26.180.000,00
- Desmontagem LT existente: R\$ 5.100.000,00
- **TOTAL: R\$ 119.352.400,00 (7.020.729,00 R\$/km)**



## 2023: Recondutoramento trecho Venda - Tap Venda (AeroZ T-Drake)



### DADOS

- Comprimento: ~7,5 km
- Estrutura: Metálica CD;
- Cabo condutor: 160mm<sup>2</sup> – TACSR (circuito duplo);
- Cabo PR: 2 cabos de aço 5/16"HS;
- Largura de Faixa: 15 m;
- Ano de Energização: 1971 (com recondutoramento em 2010);



## 2023: Recondutoramento trecho Venda - Tap Venda (AeroZ T-Drake)



### OBSERVAÇÕES

Servidão Irregular (~ 2,0 km);

- Sem faixa para construção;
- Necessidade de instalação de cabo CAA-EF e OPGW;
- Impossibilidade de desligamento;
- Estruturas projetadas na década de 70 para cabo 336,4MCM-CAA;
- Estruturas não atendem as normas atuais;

### PRAZO

36 meses

### CUSTOS

- Circuitos novos: R\$ 14.904.000,00
- Aquisição de faixa adicional: R\$ 10.800.000,00
- Liberação de faixa invadida: R\$ 16.000.000,00
- Implementação de variante: R\$ 11.550.000,00
- Desmontagem LT existente: R\$ 2.250.000,00
- **TOTAL: R\$ 55.504.000,00 (7.400.533,00 R\$/km)**



## 2026: Recondutoramento trecho Arsenal - Z. Sul (AeroZ T-Drake)



### DADOS

- Comprimento: ~ 8,5 km;
- Estrutura: Metálica CD e também circuito quadruplo;
- Cabo condutor: 795MCM-CAA T-Drake;
- Cabo PR: 2 cabos de aço 3/8"EHS;
- Largura de Faixa: 30 m - compartilhada com a LT 69kV ALC/ZSL (8m+14m+8m);
- Ano de Energização: 1999.



## 2026: Recondutoramento trecho Arsenal - Z. Sul (AeroZ T-Drake)



### OBSERVAÇÕES

- Servidão Irregular (~ 3,05 km);
- Sem faixa para construção;
- Necessidade de instalação de cabo CAA-EF e OPGW;
- Impossibilidade de desligamento;
- Os circuitos de 69kV entre as SE's Alcântara/Zona Sul e a Derivação/SE Inoã serão afetados com a obra na LT 138kV (trechos de torres com 4 circuitos).

### PRAZO

36 meses

### CUSTOS

- Circuitos novos: R\$ 16.891.200,00
- Aquisição de faixa adicional: R\$ 26.265.000,00
- Liberação de faixa invadida: R\$ 24.400.000,00
- Implementação de variante: R\$ 13.090.000,00
- Desmontagem LT existente: R\$ 2.250.000,00
- **TOTAL: R\$ 83.196.200,00 (9.787.788,00 R\$/km)**



## 2029: Terceiro circuito V. das Pedras (Enel) - V. das Pedras (Elecnor) (AeroZ T-Drake)



### DADOS

- Comprimento: ~10,5 km;
- Estrutura: Metálica CD;
- Cabo condutor: 1000,6 MCM T-DRAKE AEROZ;
- Cabo para-raios: 1 cabo OPGW e 1 cabo CAA-EF



## 2029: Terceiro circuito V. das Pedras (Enel) - V. das Pedras (Elecnor) (AeroZ T-Drake)



### OBSERVAÇÕES

- Possível dificuldade de implementação da LT em função da dificuldade de adquirir faixa de servidão;
- Construir LT para circuito duplo com lançamento de 1 circuito.

### PRAZO

36 meses

### CUSTOS

- Circuitos novos:  
R\$ 17.010.000,00
- Aquisição de faixa adicional:  
R\$ 16.380.000,00
- **TOTAL: R\$ 33.390.000,00 (3.180.000,00 R\$/km)**

## 2032: Recondutoramento trecho Adrianópolis - Parada Angélica (AeroZ T-Drake)



### DADOS

- Comprimento: ~25,5 km
- Estrutura: Metálica CD;
- Cabo condutor: 795 MCM-CAA T-Drake;
- Cabo PR: duplo 3/8" EHS;
- Largura de Faixa: 30 m - compartilhada com LT 138kV IMB/ALC (8 m+14 m+8 m);
- Ano de Energização: 1973.



## 2032: Recondutoramento trecho Adrianópolis - Parada Angélica (AeroZ T-Drake)



### OBSERVAÇÕES

- Servidão Irregular: 1,00 km;
- Sem faixa para construção;
- Necessidade de instalação de cabo CAA-EF e OPGW;
- Impossibilidade de desligamento;
- Necessidade de troca das estruturas e projeto de novas estruturas.

### PRAZO

48 meses

### CUSTOS

- Circuitos novos: R\$ 50.673.600,00
- Aquisição de faixa adicional: R\$ 8.542.500,00
- Liberação de faixa invadida: R\$ 4.800.000,00
- Implementação de variante: R\$ 39.270.000,00
- Desmontagem LT existente: R\$ 7.650.000,00
- **TOTAL: R\$ 110.936.100,00 (4.350.435,00 R\$/km)**



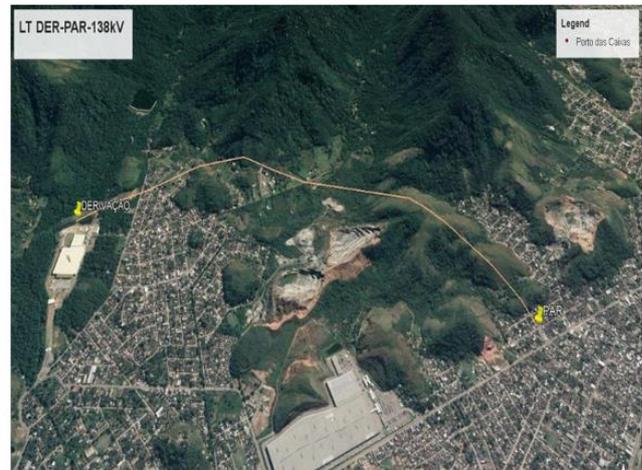
## 2032: Recondutoramento trecho Adrianópolis - Parada Angélica (AeroZ T-Drake) Trecho de derivação



### DADOS

Comprimento: ~3,0 km

- Estrutura: Metálica CD 69kV/138kV;
- Cabo condutor: 266,8MCM-CAA – Partridge
- Cabo PR: 1 aço 5/16"HS;
- Largura de Faixa: 30 m;
- Ano de instalação: 1973



## 2032: Recondutoramento trecho Adrianópolis - Parada Angélica (AeroZ T-Drake) Trecho de derivação



### OBSERVAÇÕES

- Servidão Irregular: 0,20 km;
- Sem faixa para construção;
- Necessidade de instalação de cabo CAA-EF e OPGW;
- Impossibilidade de desligamento;
- Necessidade de troca das estruturas e projeto de novas estruturas.

### PRAZO

30 meses

### CUSTOS

- Circuitos novos: R\$ 5.961.600,00
- Aquisição de faixa adicional: R\$ 2.010.000,00
- Liberação de faixa invadida: R\$ 2.800.000,00
- Implementação de variante: R\$ 4.620.000,00
- Desmontagem LT existente: R\$ 900.000,00
- **TOTAL: R\$ 16.291.600,00 (5.430.533,00 R\$/km)**



## 16.6 Anexo 6 – Consultas de Viabilidade de Expansão de Subestações

### 16.6.1 SE Sete Pontes

DocuSign Envelope ID: 70EBBB42-FB5C-43C9-846F-0981B4E07792



Diretoria de Planejamento da Rede

Praça Leoni Ramos, 01, bloco 01, 6º andar – São Domingos,  
Niterói, RJ. 24210-205

Niterói, 11 de agosto de 2020  
Carta nº 03/2020

À EPE – Empresa de Pesquisa Energética  
Sr. José Marcos Bressane  
Superintendente de Transmissão de Energia  
Av. Rio Branco, 1 – 11º Andar, Centro  
Rio de Janeiro/RJ  
CEP: 20.090-003

**Assunto: Resposta Ofício 0444/2020/DEE/EPE**

**Referência: Ofício nº 0444/2020/EPE**

Prezado Senhor

Acusamos o recebimento do ofício nº 0444/2020/DEE/EPE que tem como foco principal a avaliação da viabilidade técnica das obras de expansão para a SE Sete Pontes.

Dado o exposto acima, enviamos em anexo nesta carta os formulários solicitados com as informações da Enel Distribuição Rio.

Ficamos à disposição para eventuais esclarecimentos que se façam necessários.

Atenciosamente,

DocuSigned by:

*Giovani Zapparoli*

32AE07CFCT1E45A...

**Giovani Zapparoli**

Responsável de Planejamento de Redes AT Brasil

DS  
GZ

Enel Distribuição Rio – Praça Leoni Ramos, 1 – São Domingos, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil – CEP:24210-205  
www.eneldistribuicaoabrasil.com.br

DocuSign Envelope ID: E429CE89-A60A-4946-BE9D-6AD7FE6571B3

|   |  |
|---|--|
|  <p>Empresa de Pesquisa Energética</p> | <h2>Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações</h2> |
|---|--|

Data: 11/08/2020

Revisão:

Página: 1 - 5

**INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)**

**ESTUDO:** Escoamento de Atendimento a Niterói e Magé

**ALTERNATIVA DE PLANEJAMENTO**

**Subestação:** Sete Pontes      **Concessionária Proprietária:** Enel Distribuição Rio

1. Módulos de Manobra

■ EL      Quantidade: 3      Tensão (kV): 138      Arranjo: BD4

3. Diagrama Unifilar

O diagrama unifilar simplificado da alternativa proposta encontra-se em figura anexa.

**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).

DS  
GZ

DocuSign Envelope ID: E429CE89-A60A-4946-BE9D-6AD7FE6571B3



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

Data: 11/08/2020

Revisão:

Página: 2 - 5

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

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

#### 1. Módulos de Manobra

EL      Quantidade: 3    Tensão (kV): 138    Arranjo: BD4

#### 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: Recondutoramento de barramento e substituição de equipamentos

Não \_\_\_\_\_

Data: 11/08/2020

<sup>DS</sup>  
GZ

DocuSign Envelope ID: E429CE89-A60A-4946-BE9D-6AD7FE6571B3

|   |  |
|---|--|
|  <p>Empresa de Pesquisa Energética</p> | <h2>Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações</h2> |
|---|--|

Revisão:

Página: 3- 5

**INFORMAÇÕES ADICIONAIS**

**5. Observações da EPE**

Além das entradas de linha em 138 kV para integração da possível nova SE 345/138 kV Sete Pontes, solicitamos que a Enel-RJ explicita as adequações que seriam necessárias em suas instalações para implantação da futura SE de Rede Básica.

**6. Observações da Enel Distribuição Rio**

Importante salientar que o terreno contemplado na construção da nova SE Sete Pontes 345/138 kV é de propriedade da Enel Distribuição Rio e que todas as edificações nele presentes serão realocadas quando da necessidade da transmissora.

Portanto, levando em consideração o descrito acima a Enel Distribuição Rio informa que, para a instalação da nova SE Sete Pontes 345/138 kV, a EDR identificou a plena viabilidade técnica relativa ao deslocamento das estruturas das linhas de distribuição de alta tensão de 69 e 138 kV que tem sua passagem no terreno Covanca previsto para a nova subestação de Rede Básica.

Para estes trechos das LDATs de 69 e 138 kV em específico, a Enel Distribuição Rio irá realizar a implementação de cabos subterrâneos.

Para a instalação dos 3 novos bays de 138 kV serão necessárias as seguintes adequações:

- 1) Recondutoramento do barramento de operação e inspeção para o novo fluxo de potência definido nos estudos de expansão da alternativa de mínimo custo global, ou seja, Sete Pontes 345/138 kV.
- 2) Substituição dos equipamentos para o novo nível de curto-circuito da SE (TC, disjuntores);
- 3) Adequação da casa de comando para os novos painéis;

11 de agosto de 2020

Data da Solicitação

\_\_\_\_\_  
**José Marcos Bressane**  
 Superintendente de Transmissão de Energia  
 STE/DEE/EPE

11 de agosto de 2020

Data da Entrega do Formulário

DocuSigned by:

*Giovani Zapardi*

32AE07CEC71E45A

\_\_\_\_\_  
**Assinatura do Responsável pelas Informações Solicitadas**  
 Nome: Giovani Zapardi  
 Cargo: Responsável de Planejamento de Redes AT Brasil

DS  
 GZ

DocuSign Envelope ID: E429CE89-A60A-4946-BE9D-6AD7FE6571B3

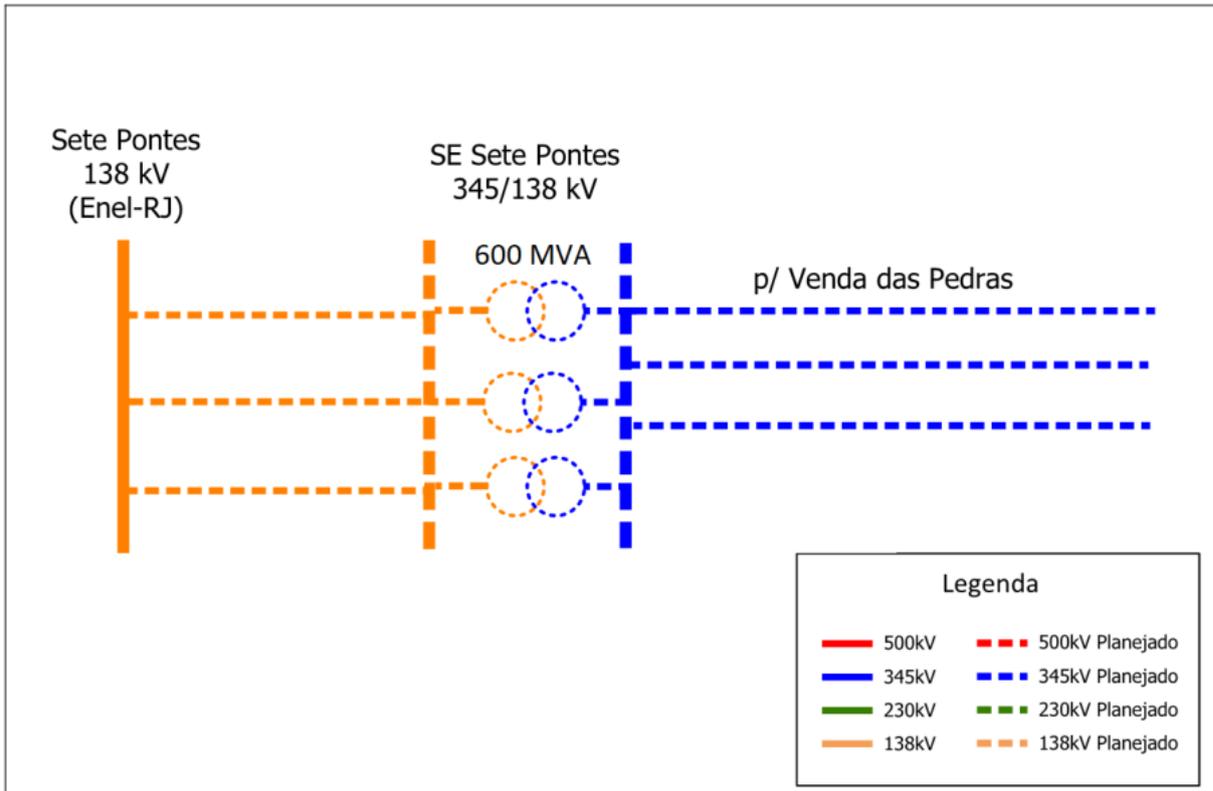
Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações

Data: 11/08/2020

Revisão:

Página: 4- 5

ANEXO 01 → DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO DA ALTERNATIVA PROPOSTA



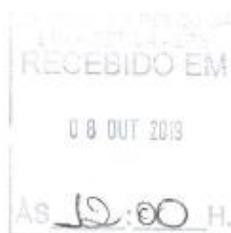
<sup>DS</sup>  
GZ



## **16.6.2SE Venda das Pedras**

Av. Marechal Câmara, 160  
Sala 1433 | Centro  
Rio de Janeiro | 20020-080

T: 21 3171.7000  
F: 21 3171.7034



Rio de Janeiro, 07 de outubro de 2019  
CELEO 099/2019

Ao Sr. **José Marcos Bressane** – Superintendente de Transmissão de Energia

Empresa de Pesquisa Energética – EPE

Avenida Rio Branco nº 1 – 11º andar, Rio de Janeiro-RJ, CEP 20090-003

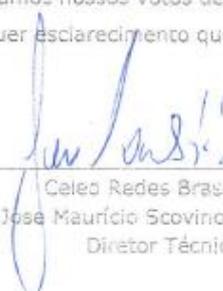
**Assunto:** Ofício nº 0834/2019/DEE/EPE – Consulta sobre viabilidade de expansão da SE Venda das Pedras

Prezado Sr. Superintendente,

Em resposta ao Ofício nº 0834, que trata da complementação da viabilidade de expansão da subestação Venda das Pedras respondida através da Carta CELEO 058/2019, da Pedras Transmissora de Energia, encaminhamos o Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações preenchido, conforme solução proposta no documento em questão.

Informamos que apesar do seccionamento do segundo circuito da linha de transmissão 345kV Adrianópolis-Macaé não estar previsto nos estudos PET, PEL e Decenal, mantivemos a previsão deste seccionamento conforme concepção da subestação, mantendo a reserva dos vãos projetados para este fim, visto que utilizar estes vãos para outro fim poderá inviabilizar o seccionamento no futuro.

Nesta oportunidade manifestamos nossos votos de elevada estima e apreço e nos colocamos à disposição para prestar qualquer esclarecimento que se faça necessário.

  
Celeo Redes Brasil S.A.  
Jose Mauricio Scovino de Souza  
Diretor Técnico

Empresa de Pesquisa Energética - EPE  
48002.003108/2019-89

Página 1 de 1



Ofício n. 0834/2019/DEE/EPE

Empresa de Pesquisa Energética

48002.002715/2019-21

Rio de Janeiro, 6 de setembro de 2019.

Ao Senhor  
**JOSÉ MAURÍCIO SCOVINO DE SOUZA**  
Diretor de Operações  
Celeo Redes  
Av. Mal. Câmara, 160, Sala 1433 - Centro  
22020-080 – Rio de Janeiro – RJ

Assunto: **Consulta sobre a viabilidade de expansão da SE Venda das Pedras**

Senhor Diretor,

1. A EPE está desenvolvendo estudos de expansão da transmissão de energia elétrica com o intuito de propor soluções para o atendimento à carga das regiões de Niterói e Magé. Visando a definição das alternativas a serem analisadas, encaminhamos os formulários anexos que tratam da viabilidade de expansão da subestação de Venda das Pedras.
2. Os formulários solicitam um levantamento de informações pelas áreas de Engenharia e Projetos da PEDRAS TRANSMISSORA DE ENERGIA – PTE quanto à viabilidade da implantação das obras a serem recomendadas neste estudo. Estas informações servirão de base documental e consultiva para o estudo de forma a dar solidez na recomendação e mitigação de eventuais problemas futuros.
3. Ressaltamos que trata-se de consulta adicional à enviada por meio do ofício nº 0235/2019/DEE/EPE, que por sua vez foi respondido pela Celeo Redes por meio da Carta CELEO 058/2019.
4. É importante mencionar que os dados informados por V.Sa. serão levados ao conhecimento do MME e da ANEEL com o objetivo de tornar o processo da expansão da transmissão mais célere, consistente e transparente em todas as suas etapas.

Av. Rio Branco, n. 1, 11º andar – Centro  
CEP 20090-003 – Rio de Janeiro – RJ  
Telefone: (21) 3512-3100





Ofício n. 0834/2019/DEE/EPE

5. Por fim, solicitamos que as informações requisitadas sejam encaminhadas à EPE em um prazo máximo de 15 dias, contados a partir da data de envio deste ofício, de forma a não comprometer o andamento das atividades subsequentes previstas para o estudo citado.

Atenciosamente,



**JOSÉ MARCOS BRESSANE**  
Superintendente de Transmissão de Energia  
Empresa de Pesquisa Energética

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

Data: 06/09/2019

Revisão:

Página: 1 - 4

**INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)**

**ESTUDO:** Atendimento a Niterói e Magé

**ALTERNATIVA DE PLANEJAMENTO**

**Subestação:** Venda das Pedras      **Concessionária Proprietária:** Pedras Transmissora de Energia - PTE

1. Módulos de Manobra

 EL      Quantidade: 1      Tensão (kV): 345      Arranjo: DJM

3. Diagrama Unifilar

O diagrama unifilar simplificado da alternativa proposta encontra-se em figura anexa.

**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).

B

|  |  |
|--|--|
|  | <b>Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações</b> |
|--|--|

Data: 06/09/2019

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

EL    Quantidade: 1 Tensão (kV): 345 Arranjo: DJM

3. Módulo de Infraestrutura Geral

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

4. Outros

Há necessidade de adequação do arranjo?     Sim    Equipamentos Necessários: \_\_\_\_\_  
 Não    \_\_\_\_\_

5

|   |   |
|---|---|
| <p>Empresa Brasileira de Energia Elétrica</p> | <p><b>Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações</b></p> |
|---|---|

Data: 06/09/2019

Revisão:

Página: 3- 4

**INFORMAÇÕES ADICIONAIS**

**5. Observações da EPE**

Esclarecemos que trata-se de consulta adicional à enviada pela EPE por meio do ofício nº0235/2019/DEE/EPE. Em função da evolução das análises vislumbrou-se a necessidade de uma linha em 345 kV conectando as SEs Venda das Pedras e Comperj. Destacamos que como a PTE confirmou a viabilidade de implantação de 2 ELs e 2 IBs em 345 kV em consulta anterior, tem-se a configuração de 2 novos vãos incompletos na SE Venda das Pedras. Sendo assim, a futura LT 345 kV Venda das Pedras - Comperj seria conectada a um destes vãos, não sendo necessário portanto IB adicional para sua implantação.

**6. Observações da Pedras Transmissora de Energia**

*A Pedras Transmissora confirma as informações do item 5, Observações da EPE, sobre a expansão prevista no Ofício nº 235/2019/DEE/EPE, respondida através da carta LEX 058/2019, haverá 2 vãos incompletos no setor de 345KV, possibilitando a conexão de uma nova entrada de linha. Contudo, a PTE optaria de destacar que com esta configuração uma entrada de linha sairia para o sentido da estrada, ou seja, sentido setor 138KV, devido esta situação ser estudada no estudo pertinente de forma a possibilitar a ampliação da subestação. Ressaltamos que o outro vão incompleto ficará impossibilitado de receber novas conexões uma vez que estará na direção da fase reserva dos bancos de transformadores da subestação.*

06 de setembro de 2019  
Data da Solicitação

José Marcos Bressane  
Superintendente de Transmissão de Energia  
STE/DEE/EPE

08/10/2019  
Data da Entrega do Formulário

Assinatura do Responsável pelas Informações Solicitadas  
Nome:  
Cargo:



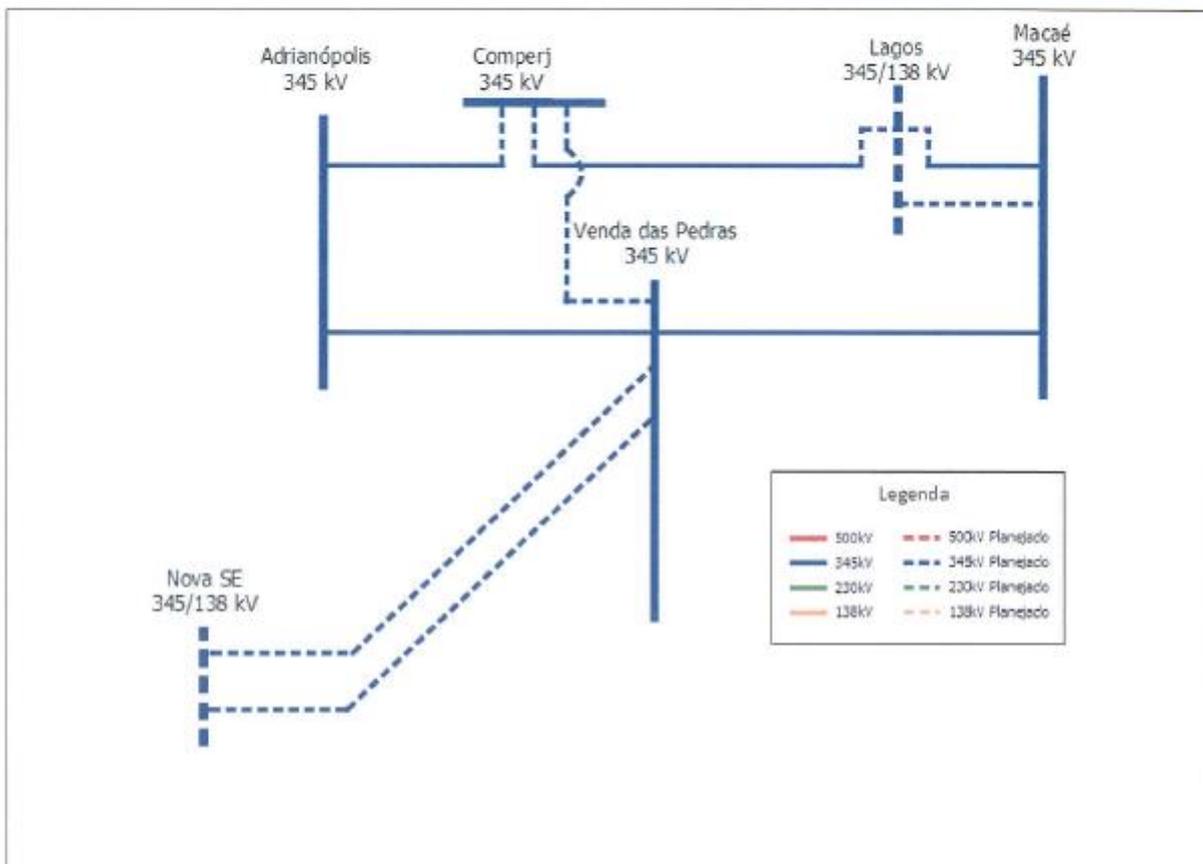
**Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações**

Data: 06/09/2019

Revisão:

Página: 4- 4

**ANEXO → DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO DA ALTERNATIVA PROPOSTA**



### 16.6.3SE Comperj

|   |  |                  |
|---|--|------------------|
| <br>Empresa de Pesquisa Energética | <b>Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações</b> | Data: 01/10/2019 |
|   |  | Revisão:         |
|   |  | Página: 1 - 6    |

**INFORMAÇÕES SOLICITADAS (PREENCHIDAS PELA EPE)**

**ESTUDO:** Escoamento de Atendimento a Niterói e Magé

**ALTERNATIVA DE PLANEJAMENTO**

**Subestação:** Comperj

**Concessionária Proprietária:** Petrobras – Petróleo Brasileiro S/A

**1. Módulos de Manobra**

|                          |    |               |                  |              |
|--------------------------|----|---------------|------------------|--------------|
| <input type="checkbox"/> | EL | Quantidade: 1 | Tensão (kV): 345 | Arranjo: DJM |
| <input type="checkbox"/> | IB | Quantidade: 1 | Tensão (kV): 345 | Arranjo: DJM |

**3. Diagrama Unifilar**

O diagrama unifilar simplificado da alternativa proposta encontra-se em figura anexa.

**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: 01/10/2019

Revisão:

Página: 2 - 6

**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

EL      Quantidade: \_\_1\_\_ Tensão (kV): \_345\_ Arranjo: \_DIM\_

IB      Quantidade: \_\_1\_\_ Tensão (kV): \_345\_ Arranjo: \_DIM\_

3. Módulo de Infraestrutura Geral

Há necessidade de aquisição de terreno?  Sim      Área Prevista: \_\_9000 m<sup>2</sup>\_\_\_\_  
 Não

4. Outros

Há necessidade de adequação do arranjo?  Sim      Equipamentos Necessários: (Ampliação das Barras A e B) + 1EL+1IB  
 Não \_\_\_\_\_



|  |  |                  |
|--|--|------------------|
|  | <b>Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações</b> | Data: 01/10/2019 |
|  |  | Revisão:         |
|  |  | Página: 3- 6     |

**INFORMAÇÕES ADICIONAIS**

**5. Observações da EPE**

**6. Observações da Petrobras (validadas por Furnas)**

Conforme desenhos anexos, a nova SE COMPERJ 345kV é uma subestação isolada a ar, com arranjo em "Disjuntor e Meio" e possui 4 vãos completos, sendo 2 associados ao seccionamento da LT 345kV Adrianópolis- Macaé e os outros 2 vãos associados à saída de LT para atender o suprimento do COMPERJ.

Esta SE COMPERJ 345kV pertencerá à Rede Básica e deverá ser transferida para operação por Furnas, a qual deverá conduzir futuras discussões sobre este e outros possíveis pedidos de conexão;

Nesta nova SE COMPERJ 345kV, a Petrobras possui 2 vãos de saída de LT, vãos estes que representam os 2 pontos de conexão do COMPERJ à Rede Básica, conforme definido pela portaria 22 de 2008 emitida pelo MME. Estes 2 vãos em "Disjuntor e Meio" alimentam uma Subestação interna do COMPERJ, chamada SE-25140, que por sua vez alimenta a SE-5142 e seus 2 transformadores 345/138kV.

**Conforme Anexos, existe espaço no pátio para expansão de mais um novo vão de LT 345kV.** (A instalação do novo vão de saída de LT na SE COMPERJ deverá ocorrer apenas pelo lado Norte, e o estudo de possíveis encaminhamentos de LT não devem atrapalhar a implantação de novos vão de LT futuros)

Para entrada do novo vão, devem ser feitas:

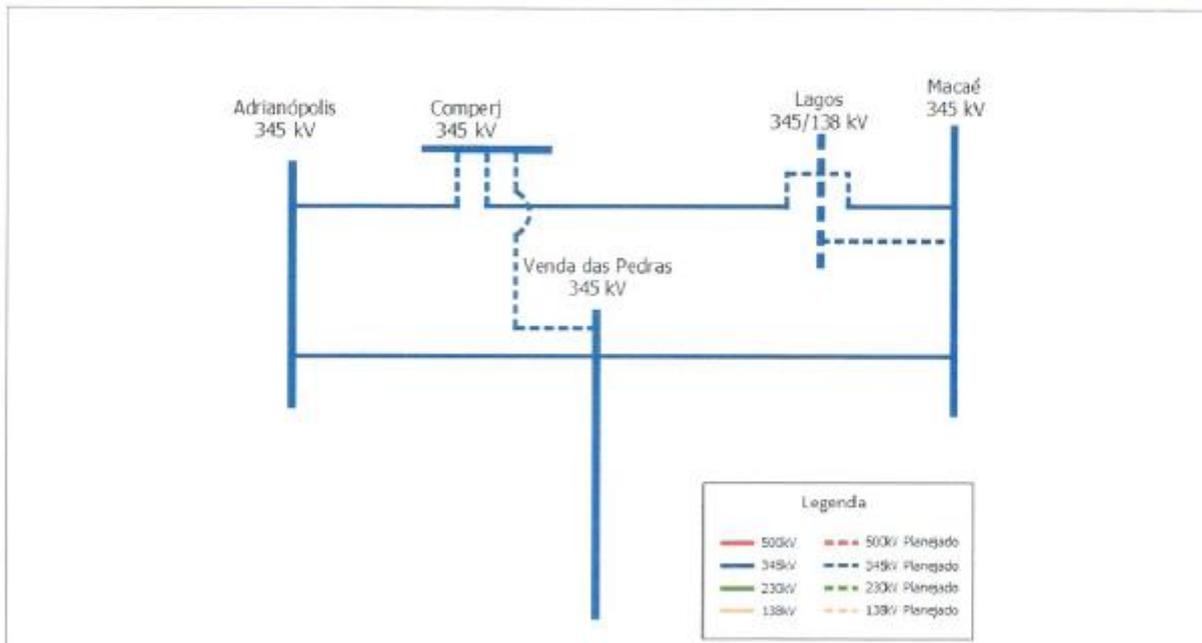
- todas adequações para expansão das barras A e B de 345kV para atender ao novo vão;
- instalação de todos os Equipamentos e acessórios associados à nova Entrada de LT(EL) e Interligação de Barras(IB);
- todas adequações necessárias em pórticos, drenagem, canaletas, malha de terra, iluminação, arruamentos, etc;

**Observação:** As discussões de traçados e respectivas liberações de terrenos para passagem de LT não são objeto desta análise e devem ser discutidos com os respectivos proprietários das áreas impactadas.

|  |  |
|--|--|
| 15 de Setembro de 2019<br><b>Data da Solicitação</b>                             | 01 de Outubro de 2019<br><b>Data da Entrega do Formulário</b>                |
|  |  |
| José Marcos Bressane<br>Superintendente de Transmissão de Energia<br>STE/DEE/EPE | (Petrobras) Rafael Carneiro<br>(Petrobras) Gerente Implantação de Utilidades |

|  |  |                  |
|--|--|------------------|
|  | <b>Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações</b> | Data: 01/10/2019 |
|  |  | Revisão:         |

ANEXO 1 → DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO DA ALTERNATIVA PROPOSTA





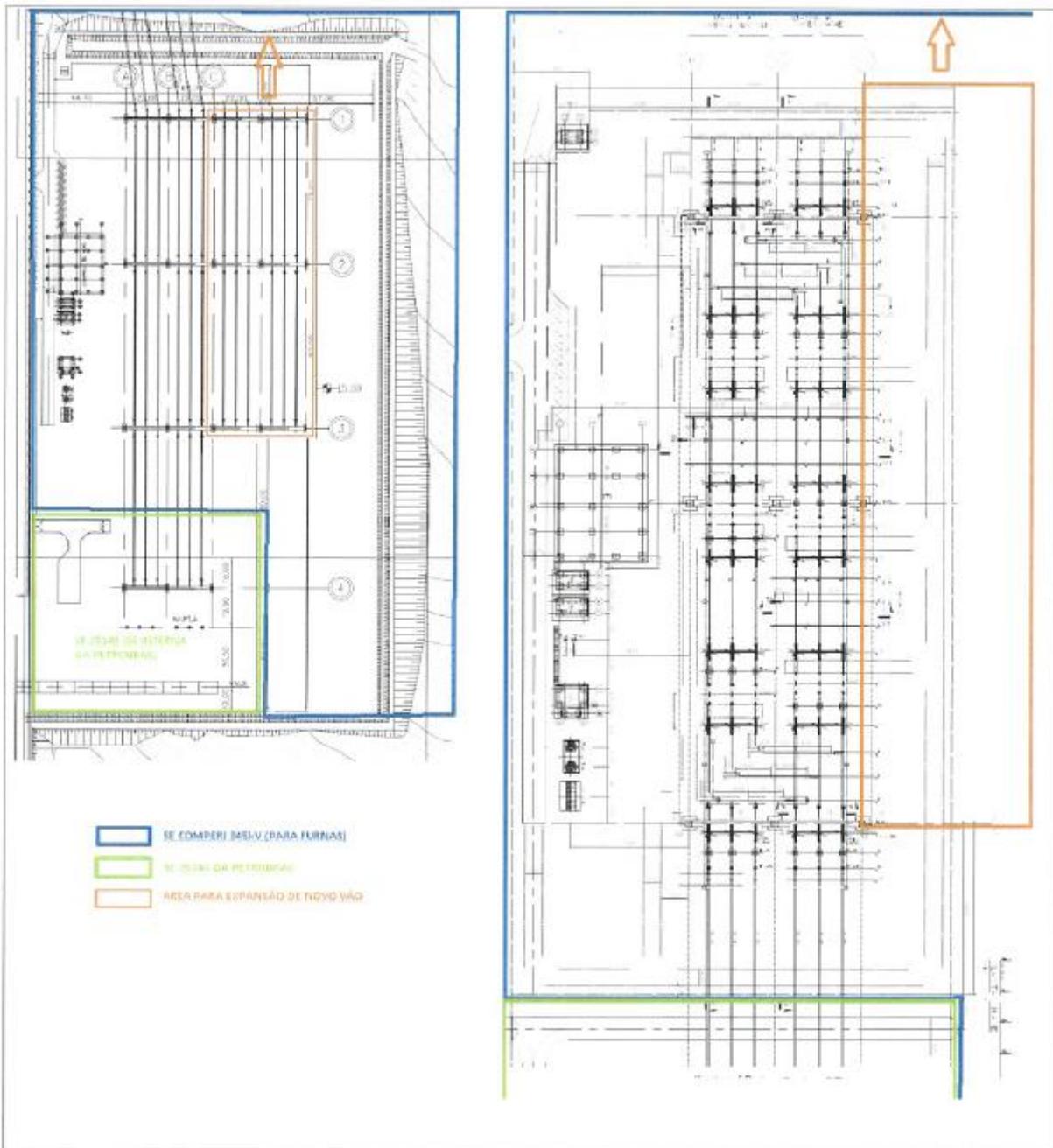
**Formulário de Consulta sobre a Viabilidade de Expansão de Subestações**

Data: 01/10/2019

Revisão:

Página: 5-6

**ANEXO 2 - PETROBRAS/FURNAS → VISAO GERAL PARA INSTALAÇÃO DE MAIS 1 VÃO DE LT NA SE COMPERJ 345KV**



*Ry*



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

Data: 01/10/2019

Revisão:

Página: 6-6

**ANEXO 3 - PETROBRAS/FURNAS → CONJUNTO DE DESENHOS DA SE COMPERJ 345kV**

SCJ-DE-E1-DU-001=1\_DU

SCJ-DE-E1-DU-002=0\_DU\_prot

SCJ-DE-E1-AF-001=1\_Arranjo\_Planta

SCJ-DE-E1-AF-002=1\_Arranjo



Empresa de Pesquisa Energética

48002 003215/2019-15



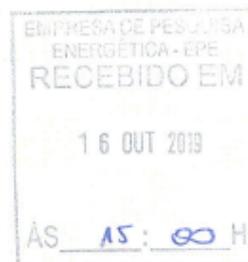
Rua Real Grandeza 219 Botafogo  
Rio de Janeiro - RJ Brasil  
CEP: 22281-900  
Tel: 55 21 2528-3112  
Fax: 55 21 2528-5838

Rio de Janeiro, 15 de outubro de 2019

**N.Ref.** ET.E.E.031.2019

**S.Ref.**

Ao Senhor  
José Marco Bressane  
Superintendente de Transmissão de Energia  
EPE – Empresa de Pesquisa Energética  
Avenida Rio Branco 1, 11º andar  
Centro - Rio de Janeiro - RJ



**Assunto:** Consulta sobre a viabilidade de expansão da SE Comperj

Senhor Superintendente

1. O Ofício 0835/2019/DEE/EPE de 6 de setembro de 2019 encaminhado para Petrobras, e nos enviado em cópia, solicitou-nos informar a viabilidade física de expansão da SE Comperj 345 kV como alternativa de expansão da transmissão de energia elétrica para atendimento à carga das regiões de Niterói e Magé.

2. A SE Comperj 345 kV está associada ao seccionamento da LT 345 kV Adrianópolis-Macaé pertencente aos ativos de FURNAS. Conforme regulação vigente estabelecida na Resolução Normativa nº 67 da ANEEL, a SE Comperj 345 kV será transferida à FURNAS à época da sua entrada em operação.

3. Conforme sugestão, a análise e resposta do referido Ofício foi realizado de forma conjunta entre Petrobras e FURNAS, e oficializado pela correspondência INP/ARX 0573/2019, de 01 de outubro de 2019, da Petrobras.

4. Verificou-se que a SE Comperj 345 kV possui espaço físico para expansão, podendo atender ao novo vão de LT da SE 345 kV Venda das Pedras, pretendido. Neste caso, serão necessários:

- Ampliação do pátio de 345kV;
- Ampliação da área britada, malha de aterramento, drenagens, canaletas, e demais serviços para ampliação do pátio;
- Todas as adequações necessárias nos sistemas de serviços auxiliares, pórticos e estruturas, blindagens, e etc.;
- Todas adequações para expansão das barras A e B de 345 kV para atender ao novo vão;
- Instalação de todos os equipamentos e acessórios e sistemas associados à nova entrada de LT (EL) e interligação de barras (IB);
- A instalação do novo vão de saída de LT na SE Comperj deverá ocorrer apenas pelo lado Norte, e o estudo de possíveis encaminhamentos de LT não devem atrapalhar a implantação de novos vãos de LT futuros.



N.Ref. ET.E.E.031.2019

Pág. 02/02

5. Destaca-se que as discussões de traçados e respectivas liberações de terrenos para passagem de LT não são objeto desta análise e devem ser discutidos com os respectivos proprietários das áreas impactadas.

6. Sendo o que tínhamos a apresentar nesta oportunidade, colocamo-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos e/ou informações adicionais que se façam necessários.

Atenciosamente,



Victor Hugo Goes Ricco  
Superintendente de Empreendimentos de  
Transmissão

C.c.: Sr. Dean Willian Carneis  
Gerente de Assuntos Regulatórios e Relacionamento Externo  
Petróleo Brasileiro S/A – PETROBRAS

"Este documento é classificado como "Informação Pública", nos termos da Lei nº 12.527/2011, sendo seu emissor responsável pela classificação, nesta data."

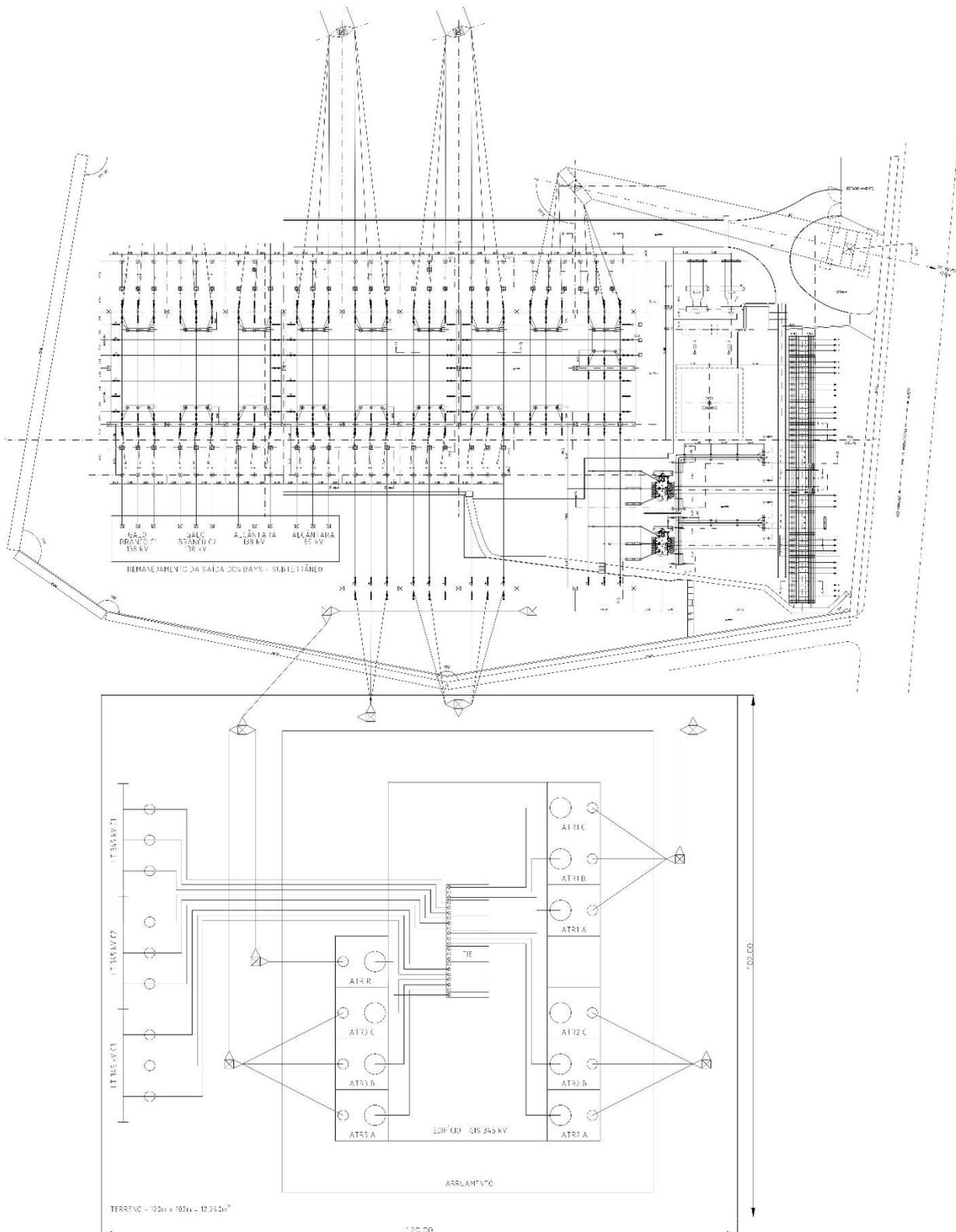
## 16.7 Anexo 7 – Diagramas Unifilares das Subestações

Estão indicados nas figuras abaixo os diagramas unifilares da SE 138 kV Sete Pontes com a indicação da expansão e um diagrama referencial da futura SE 345 kV Sete Pontes.

A partir do diagrama enviado pela ENEL foram suprimidos os alimentadores de baixa tensão, uma vez que o enfoque é no setor de 138 kV e sua respectiva conexão ao setor de 345 kV da futura SE Sete Pontes.

De acordo com as informações fornecidas pela distribuidora, tem-se as seguintes configurações:

- Sem considerar a retirada dos vãos de 69 kV haverá 3 vãos de 138 kV disponíveis para ampliação, além dos 3 vãos de 138 kV para conexão com a SE Sete Pontes 345/138 kV, totalizando 6 vãos de 138 kV;
- Considerando a retirada dos vãos de 69 kV, haverá 6 vãos de 138 kV disponíveis para ampliação, além dos 3 vãos de 138 kV para conexão com a SE Sete Pontes 345/138 kV totalizando 9 vãos de 138 kV.



## 16.8 Anexo 8 – Tabelas de comparação entre relatórios

### 16.8.1 Tabela de comparação R1xR2

Tabela de Comparação R1 x R2 ref. LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes CD

| ANÁLISE CRÍTICA DO RELATÓRIO R2  |                               |                  |  |
|--|-------------------------------|------------------|--|
| <i>Empreendimento: LT 345 kV Venda das Pedras – Sete Pontes CD, trecho aéreo</i> |                               |                  |  |
| Característica da Instalação   | Recomendações R1              | Considerações R2 | Justificativas em Caso de Alterações no R2 |
| Comprimento do circuito (km)   | 40                            |                  |  |
| Condutor utilizado (tipo e número por fase)                                      | 3x795 MCM                     |                  |  |
| Capacidade operativa de longa duração (MVA)                                      | 1375                          |                  |  |
| Capacidade operativa de curta duração (MVA)                                      | 1855                          |                  |  |
| Resistência de sequência positiva, 60 Hz, ( $\Omega$ /km)                        | 0,0277                        |                  |  |
| Reatância, 60 Hz ( $\Omega$ /km)   | 0,3170                        |                  |  |
| Susceptância, 60 Hz ( $\mu$ S/km)  | 5,2437                        |                  |  |
| Cenário utilizado no cálculo do equivalente de rede                              | Caso prospectivo carga pesada |                  |  |
| Fluxo máximo na linha considerado no estudo (MVA)                                | 768                           |                  |  |
| OBSERVAÇÕES  |                               |                  |  |

### 16.8.2 Tabela de comparação R1xR4

| ANÁLISE CRÍTICA DO RELATÓRIO R4<br><i>Empreendimento: SE Sete Pontes 345kV</i>   |   |                     |  |
|--|---|---------------------|--|
| Característica da Instalação   | Recomendações R1  | Considerações do R4 | Justificativas em Caso de Alterações no R4 |
| Área mínima do terreno da subestação (m <sup>2</sup> )   | 10.000  |                     |  |
| Quantitativo de <i>bays</i> planejados e futuros por nível de tensão   | <p><i>Planejados:</i></p> <p>Setor 345 kV: 2 EL + 2 CT + 1 IB</p> <p><i>Futuros:</i></p> <p>Setor 345 kV: 1 CT (345/138) + 1 EL</p> |                     |  |
| OBSERVAÇÕES  |   |                     |  |
| <p>Dada a limitação de espaço do local, a SE Sete Pontes 345 kV deverá ser implantada usando a tecnologia GIS. Este pátio deverá ser construído em terreno contíguo à SE Sete Pontes 138 kV da ENEL-RJ. No anexo 7 (item 16.7) está indicada a expansão da SE da distribuidora, assim como a conexão com a Rede Básica 345/138 kV.</p> |   |                     |  |