

EIA



Estudo de Impacto Ambiental

ANEXO V Projeto Básico

LT 525 kV AREIA·JOINVILLE SUL

Outubro, 2019



| | | | | | |
|---|--------------------|------------------------|---|---------------------------------|---------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 0 | 14/06/19 | Aprovado | VRA | KCAR | RJC |
| 0A | 12/04/19 | Emissão Inicial | VRA | KCAR | RJC |
| <i>Rev.</i> | <i>Data</i> | <i>Descrição</i> | <i>Elab.</i> | <i>Verif.</i> | <i>Aprov.</i> |
| <p>EKTT 11 Serviços de Transmissão de Energia Elétrica SPE S.A.</p>  | | | <p><i>Nome da Obra</i></p> <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> <p><i>Título do Documento:</i></p> <p>PROJETO BÁSICO – LOTE 1 - LEILÃO ANEEL nº 04/2018 LINHAS DE TRANSMISSÃO</p> <p>DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA PARA LOCAÇÃO DAS ESTRUTURAS</p> | | |
|  | | | | | |
| <i>Elaborado</i> | VRA | 12/04/19 | <i>Classe.Proj.</i> | <i>Situação. Projeto Básico</i> | |
| <i>Verificado</i> | KCAR | 12/04/19 | | Elétrica | <i>Rev.</i> |
| <i>Aprovado</i> | RJC | 12/04/19 | | <i>Folha</i> | 1/8 |
| <i>Responsável</i> | CFS | 12/04/19 | <i>Nº Documento:</i> | | |
| <i>CREA Nº</i> | 200011958-9 | | LT-L-GERAL-RP-A4-1006-B | | |

| | | |
|---|--|---|
| 1 | OBJETIVO | 3 |
| 2 | DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA – OPERAÇÃO DE LONGA DURAÇÃO..... | 3 |
| 3 | DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA – OPERAÇÃO DE CURTA DURAÇÃO..... | 6 |
| 4 | TRAVESSIAS E APROXIMAÇÕES..... | 7 |
| 5 | REFERÊNCIAS..... | 8 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1006-B |
| DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA PARA LOCAÇÃO DAS ESTRUTURAS | Rev. 0 |
| | Folha 2 de 8 |

1 OBJETIVO

Definir as distâncias de segurança a serem mantidas entre os condutores e o solo, obstáculos atravessados e obstáculos dos quais as LTs se aproximam para as LTs 525 kV integrantes do Lote 01 do Edital de Leilão nº04/2018 da ANEEL. As linhas de transmissão 525 kV integrantes do Lote 01 são:

- a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul (CS) com 281,0 km⁽¹⁾;
- b) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 (CS) com 75,8 km⁽²⁾;
- c) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu (CS) com 72,2 km⁽²⁾;

(1) A linha de transmissão LT 525 kV Areia – Joinville Sul será construída com trecho em torres de circuito duplo, por 4 km, a partir da subestação Joinville Sul, com lançamento de apenas um circuito. O segundo circuito desse trecho, em circuito duplo, será implantado futuramente.

(2) As linhas de transmissão LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 e LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu serão construídas com trechos em torres de circuito duplo, cada uma, por 4 km, a partir da subestação Itajaí 2, com lançamento de apenas um circuito cada. Os segundos circuitos desses trechos, em circuito duplo, serão implantados futuramente.

São definidos dois conjuntos de distâncias de segurança: para condições operacionais de longa duração e para condições operacionais de curta duração (emergências).

2 DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA – OPERAÇÃO DE LONGA DURAÇÃO

2.1 PARÂMETROS BÁSICOS

- Tensão máxima de operação das LTs (D_u) 550 kV
- Temperatura máxima do condutor (2) 60°C

2.2 CRITÉRIO DE CÁLCULO

As distâncias de segurança para as LTs operando em regime de longa duração foram calculadas conforme metodologia indicada no capítulo 10 da NBR 5422 (1).

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1006-B |
| DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA PARA LOCAÇÃO DAS ESTRUTURAS | Rev. 0 |
| | Folha 3 de 8 |

2.3 DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA

| Natureza da região ou obstáculo atravessado pelas LTs ou que delas se aproximam | | Distância (m) | Obs. |
|---|--|---------------|------|
| 1. | Locais acessíveis apenas a pedestres | 12,5 | |
| 2. | Locais onde circulam máquinas agrícolas | 12,5 | 1 |
| 3. | Rodovias, ruas e avenidas | 12,5 | 7 |
| 4. | Ferrovias não eletrificadas | 12,5 | |
| 5. | Ferrovias eletrificadas ou com previsão de eletrificação | 15,0 | |
| 6. | Suporte de linha pertencente à ferrovia | 6,8 | |
| 7. | Águas navegáveis | H + 4,7 | 2 |
| 8. | Águas não navegáveis | 8,8 | |
| 9. | Linhas de transmissão de energia elétrica com para-raios | 4,0 | 3 |
| 10. | Linhas de telecomunicações | 4,6 | |
| 11. | Telhados e terraços | 6,8 | 4 |
| 12. | Paredes | 5,7 | 5 |
| 13. | Paredes cegas | 3,9 | 5 |
| 14. | Instalações transportadoras | 5,8 | |
| 15. | Veículos rodoviários e ferroviários | 5,8 | |
| 16. | Vegetação de preservação permanente | 6,7 | 6 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1006-B |
| DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA PARA LOCAÇÃO DAS ESTRUTURAS | Rev. 0 |
| | Folha 4 de 8 |

N Observações Relativas às Distâncias de Segurança (ver tabela anterior)

1 Para locação das estruturas nos desenhos de planta e perfil os locais atravessados devem ser sempre considerados como acessíveis a máquinas agrícolas, a não ser que existam indicações inequívocas de que esse tipo de acesso não é nem será possível.

2 O valor "H" corresponde à altura, em metros, do maior mastro e deve ser fixado pela autoridade responsável pela navegação na via considerada, para o nível máximo de cheia ocorrido nos últimos dez anos.

A distância de segurança para águas navegáveis para águas navegáveis (H+3,0) não poderá ser inferior a 12,5 m, conforme item 1 da tabela, a fim de possibilitar a presença humana sob as LTs nesta situação

3 Nos cruzamentos de linhas, o espaçamento a ser adotado será o indicado para a linha de tensão mais elevada.

A distância de segurança indicada no item 9 da tabela é para travessias sobre os cabos para-raios de outras linhas ou sobre os condutores de linhas com tensão máxima de operação (D_u) igual ou inferior a 87 kV.

Para travessias sobre condutores de outra LT com tensão máxima de operação (D_u) superior a 87 kV, ao valor indicado no item 9 da tabela deve ser acrescentada a seguinte parcela (referência item 10.3.1.5 da NBR 5422):

$$0,01 \left(\frac{D_u}{\sqrt{3}} - 50 \right)$$

Resultando:

| Cruzamentos | Tensão máxima operativa | Distância Calculada (m) | Distância Adotada (m) |
|-------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 138 kV | 145 kV | 4,24 | 4,50 |
| 230 kV | 242 kV | 4,80 | 4,80 |
| 345 kV | 362 kV | 5,49 | 5,50 |
| 440 kV | 460 kV | 6,06 | 6,10 |
| 500 kV | 550 kV | 6,58 | 6,60 |

A verificação das distâncias de segurança deve ser feita com os cabos condutores e para-raios nas temperaturas que conduzam aos menores espaçamentos, a partir da mesma temperatura ambiente.

4 A distância de segurança indicada no item 11 da tabela é para telhados e terraços não acessíveis a pedestres. Para outras condições de uso, referir-se ao item 10.3.1.6 da NBR 5422.

5 A distância de segurança indicada no item 12 da tabela poderá ser reduzida, ressalvadas as disposições legais aplicáveis a cada caso, se houver acordo entre as partes para manter a parede cega, ou seja, sem portas ou janelas. Nesse caso, a distância de segurança será 1,7 metros (item 13 da tabela) desde que os valores de campo elétrico, campo magnético, ruído audível e rádio interferência sejam respeitados.

6 A distância de segurança indicada no item 16 da tabela deve ser verificada em relação ao topo da vegetação.

7 A distância de segurança indicada no item 1,2 e 3 da tabela foram governadas pelo critério de campo elétrico (4).

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1006-B |
| DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA PARA LOCAÇÃO DAS ESTRUTURAS | Rev. 0 |
| | Folha 5 de 8 |

2.4 CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS

As distâncias de segurança, quando definidas para os cabos em repouso, devem ser verificadas considerando o condutor na temperatura indicada no item 2.1, na condição final (creep de 10 anos).

As distâncias de segurança afetadas pelo deslocamento dos condutores e cadeias devem ser verificadas para ângulo de balanço calculado conforme NBR 5422, item 10.1.4.3, considerando velocidade do vento com período de retorno de 50 anos, 30 segundos de período de integração, 14 °C para a LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS e CD, 17° C para a LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí CS e CD e 16° para a LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS e CD, de temperatura coincidente (1) (3).

2.5 CRITÉRIO BÁSICO PARA LOCAÇÃO DAS ESTRUTURAS

Em função do exposto nos itens anteriores a locação das estruturas nos desenhos de planta e perfil deve ser executada adotando o seguinte critério:

Operação de Longa Duração:

- Temperatura do condutor na condição final (creep de 10 anos): 60 °C
- Espaçamento vertical mínimo para o solo: 12,5 m

A locação assim executada deverá ser verificada para operação de curta duração (condição de emergência), devendo atender o estabelecido no capítulo 3 a seguir.

3 DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA – OPERAÇÃO DE CURTA DURAÇÃO

3.1 PARÂMETROS BÁSICOS

- Tensão máxima de operação das LTs (D_u) 550 kV
- Temperatura máxima do condutor (2) 71 °C

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1006-B |
| DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA PARA LOCAÇÃO DAS ESTRUTURAS | Rev. 0 |
| | Folha 6 de 8 |

3.2 CRITÉRIO DE CÁLCULO

As distâncias de segurança para operação de curta duração (condição de emergência) foram calculadas conforme metodologia indicada no NESC (5), regra 232D, para as LTs em estudo.

3.3 DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA

| Natureza da região ou obstáculo atravessado pelas LTs ou que delas se aproximam | Distância (m) |
|--|----------------------|
| 1. Locais acessíveis apenas a pedestres | 11,9 |
| 2. Locais onde circulam máquinas agrícolas | 11,9 |
| 3. Rodovias, ruas e avenidas | 11,9 |
| 4. Ferrovias não eletrificadas | 11,9 |

As distâncias de segurança indicadas nos itens 1, 2 e 3 da tabela acima foram governadas pelo critério de campo elétrico (4).

3.4 CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS

Para locação das estruturas nos desenhos de planta e perfil os locais atravessados devem ser sempre considerados como acessíveis a máquinas agrícolas, a não ser que existam indicações inequívocas de que esse tipo de acesso não é nem será possível.

As distâncias de segurança indicadas no item 3.3 devem ser verificadas para os cabos em repouso considerando o condutor na temperatura indicada no item 3.1, na condição final (creep de 10 anos).

As distâncias de segurança indicadas no item 3.3 aplicam-se a condições de emergência com período de duração de até 4 dias e desde que o somatório de tais períodos não ultrapasse 5% do tempo anual de operação das LTs (1).

4 TRAVESSIAS E APROXIMAÇÕES

As diretrizes definitivas das LTs serão selecionadas levando em conta a proximidade de aeródromos e as travessias sobre obstáculos de importância tais como linhas de transmissão, rodovias, ferrovias, grandes cursos d'água etc.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1006-B |
| DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA PARA LOCAÇÃO DAS ESTRUTURAS | Rev. 0 |
| | Folha 7 de 8 |

No caso de travessias sobre linhas elétricas ou de telecomunicações, vias de transporte, edificações e vegetação considerada de preservação permanente, o projeto executivo incluirá a verificação do atendimento aos requisitos do capítulo 11 da NBR 5422.

Serão também verificadas as exigências específicas do proprietário ou concessionário do obstáculo atravessado, sempre que respaldadas pela legislação vigente.

A locação de torres nas proximidades de aeródromos será precedida do levantamento de dados topográficos detalhados das pistas de pouso e de sua posição relativa em relação às diretrizes das LTs.



De posse desses dados a projetista verificará o atendimento às exigências da Portaria nº. 957 GC3 de 09/06/15 e Portaria nº 1168/GC3 de 07/08/18, que estabelecem os procedimentos a serem seguidos na implantação de estruturas situadas nas proximidades de aeródromos.

Os desenhos e memórias de cálculo resultantes das verificações acima, tanto para travessias sobre obstáculos importantes como para aproximações de aeródromos, serão tempestivamente submetidos ao órgão responsável pela aprovação final da travessia ou aproximação em pauta, antes do início da construção dos trechos das LTs em questão.

5 REFERÊNCIAS

- 1 NBR 5422 – Projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica.
- 2 Relatório CONDUTOR E PARA-RAIOS, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B.
- 3 Projeto Básico, DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADES DE VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B.
- 4 Projeto Básico, LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B.
- 5 ANSI C2–2002 – National Electrical Safety Code.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1006-B |
| DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA PARA LOCAÇÃO DAS ESTRUTURAS | Rev. 0 |
| | Folha 8 de 8 |

| Rev. | Data | Descrição | Elab. | Verif. | Aprov. |
|--|-------------|------------------------|---|------------|-------------|
| 0 | 28/06/19 | Emissão Inicial | LFM | MSR | JNMM |
| <p>EKTT 11 Serviços de Transmissão de Energia Elétrica SPE S.A.</p>  | | | <p>Nome da Obra</p> <p>LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD)</p> <p>Título do Documento:</p> <p>PROJETO BÁSICO – LOTE 1- LEILÃO ANEEL nº 04/2018 LINHAS DE TRANSMISSÃO</p> <p>SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO</p> | | |
|  | | | <p>Classe. Proj. Elétrica</p> <p>Situação. Projeto Básico</p> <p>Rev. 0 Folha 1/72</p> | | |
| Elaborado | LFM | 28/06/19 | <p>Nº Documento: LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B</p> | | |
| Verificado | MSR | 28/06/19 | | | |
| Aprovado | JNMM | 28/06/19 | | | |
| Responsável | CSF | 28/06/19 | | | |
| CREA Nº 200011958-9 | | | | | |

INDICE

| | | |
|---|--|----|
| 1 | OBJETIVO | 3 |
| 2 | CONDUTOR E PARA-RAIOS | 3 |
| 3 | CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO PREMISSAS BÁSICAS | 4 |
| 4 | TRAÇÕES NOS CABOS..... | 7 |
| 5 | SÉRIE DE ESTRUTURAS | 10 |
| 6 | REFERÊNCIAS..... | 11 |
| 7 | ANEXOS | 12 |
| | ANEXO 1 – HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | 13 |
| | ANEXO 2 – SÉRIE DE ESTRUTURAS – TIPOS, APLICAÇÕES E ALTURAS..... | 19 |
| | ANEXO 3 – DIAGRAMAS DE CARREGAMENTO | 22 |
| | ANEXO 4 - SILHUETAS DAS ESTRUTURAS..... | 60 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 2 de 72 |

1 OBJETIVO

Definir as séries de estruturas a serem utilizadas nas linhas de transmissão 525 kV, circuito simples e circuito duplo pertencentes ao lote 01 do edital de leilão de Nº 04/2018 da ANEEL. As linhas de transmissão 525 kV integrantes do Lote 04 são:

- a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS com 281 km e 4km CD;
- b) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS com 75,8 km e 4km CD;
- c) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS com 72,2 km e 4km CD;

2 CONDUTOR E PARA-RAIOS

2.1 CONDUTOR

LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL (CS E CD) , LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD)

| Característica | Unid. | |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| Tipo | - | CAL liga 1120 |
| Bitola | kcmil | 1010 |
| Formação | fios | 61 |
| Quantidade por fase | - | 4 |
| Área do cabo | mm ² | 509,16 |
| Peso unitário | kgf/m | 1,405 |
| Diâmetro | mm | 29,34 |
| Carga de ruptura (GA) | kgf | 11273,83 |
| EDS | | 20% |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 3 de 72 |

2.2 CABOS PARA-RAIOS CAA E AÇO ZINCADO

| | Unid. | Junto às SEs | Restante da LT |
|---------------------------------------|------------------------|--------------|--------------------|
| Tipo | - | CAA DOTTEREL | Aço Zincado EAR |
| Bitola | - | 176,9 kcmil | 3/8" |
| Formação | - | 12/7 | 7 fios |
| Galvanização fios de aço | - | Classe A | Classe A |
| Área do cabo | mm ² | 141,94 | 51,08 |
| Peso unitário | kgf/m | 0,657 | 0,407 |
| Diâmetro | mm | 15,42 | 9,144 |
| Módulo de elasticidade final | kgf/mm ² | 10.532 | 18.500 |
| Coeficiente de dilatação linear final | x 10 ⁻⁶ /°C | 15,3 | 11,5 |
| Carga de ruptura (GA) | kgf | 7.834 | 6.985 |

2.3 CABOS PARA-RAIOS OPGW

| | Junto às SEs ⁽¹⁾ | Restante da LT |
|--|-----------------------------|----------------|
| | OPGW1 | OPGW2 |
| Forma construtiva | Loose | Loose |
| Elemento de proteção do núcleo óptico | Tubo metálico | Tubo metálico |
| Diâmetro máximo do cabo completo (mm) | 14,4 | 13,4 |
| Peso unitário máximo do cabo completo (kg/m) | 0,700 | 0,682 |
| Capacidade mínima de corrente de curto-circuito (Ti = 50°C; Tf = 180°C) (kA2.s) | 81 | 30 |

3 CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO PREMISSAS BÁSICAS

A seguir são apresentados os carregamentos devidos ao vento para as séries de circuito simples e duplo.

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 4 de 72 |

3.1 Temperaturas e Pressões nos Cabos e Cadeias

| Linha/ Seccionamento | Temperaturas / altitude | | |
|------------------------------------|-------------------------|--------------------|--------------|
| | t _{EDS} | t _{coinc} | Altitude (m) |
| LT 525 kV Areia – Joinville Sul | 19 | 14 | 850 |
| LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 | 21 | 17 | 150 |
| LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu | 20 | 16 | 250 |

| Linha/ Seccionamento | Pressão de Vento Extremo | | | |
|---|---|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| | q ₀ (kgf/m ²) | Condutor (kgf/m ²) | Para-raios (kgf/m ²) | Cadeia (kgf/m ²) |
| LT 525 kV Areia – Joinville Sul (CS) | 68,33 | 138,0 | 144,7 | 204,2 |
| LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 (CS) | 73,49 | 148,4 | 155,7 | 219,6 |
| LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu (CS) | 72,88 | 147,2 | 154,4 | 217,8 |
| LT 525 kV Areia – Joinville Sul (CD) | 68,33 | 141,2 | 147,8 | 207,3 |
| LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 (CD) | 73,49 | 151,9 | 158,9 | 222,9 |
| LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu (CD) | 72,88 | 150,6 | 157,6 | 221,1 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 5 de 72 |

| Linha/ Seccionamento | Pressão de Vento tormentas | | | |
|--|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| | q0 (kgf/m ²) | Condutor (kgf/m ²) | Para-raios (kgf/m ²) | Cadeia (kgf/m ²) |
| LT 525 kV Areia – Joinville Sul (CS e CD) | 174,93 | 43,4 | 43,4 | 209,9 |
| LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 (CS e CD) | 188,14 | 47,0 | 47,0 | 225,8 |
| LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu (CS e CD) | 186,57 | 46,6 | 46,6 | 223,9 |

3.2 Cargas de Vento nas Estruturas

Os carregamentos de vento sobre as estruturas são indicados nas tabelas de cargas.

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 6 de 72 |

4 TRAÇÕES NOS CABOS

LTs Circuito Simples:

LT 525 kV Areia – Joinville Sul (CS)

| Condições de carregamento | Condutor (kgf) | Para-raios (kgf) |
|---------------------------------------|----------------|------------------|
| Vento extremo a 0° (transversal) | 6453 | 3685 |
| Vento extremo a 15° | 6127 | 3490 |
| Vento extremo a 30° | 5215 | 2974 |
| Vento extremo a 45° | 3954 | 2230 |
| Vento de tormentas a 0° (transversal) | 3132 | 1694 |
| Vento de tormentas a 15° | 3044 | 1642 |
| Vento de tormentas a 30° | 2825 | 1511 |
| Vento de tormentas a 45° | 2579 | 1359 |
| Nivelamento | 2 706 | 1 453 |
| Condição de maior ocorrência | 2 255 | 1 211 |

LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu (CS)

| Condições de carregamento | Condutor (kgf) | Para-raios (kgf) |
|---------------------------------------|----------------|------------------|
| Vento extremo a 0° (transversal) | 6768 | 4044 |
| Vento extremo a 15° | 6407 | 3812 |
| Vento extremo a 30° | 5425 | 3168 |
| Vento extremo a 45° | 4122 | 2305 |
| Vento de tormentas a 0° (transversal) | 3217 | 1714 |
| Vento de tormentas a 15° | 3096 | 1645 |
| Vento de tormentas a 30° | 2872 | 1517 |
| Vento de tormentas a 45° | 2593 | 1361 |
| Nivelamento | 2 706 | 1 469 |
| Condição de maior ocorrência | 2 255 | 1 225 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 7 de 72 |

LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 (CS)

| Condições de carregamento | Condutor (kgf) | Para-raios (kgf) |
|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Vento extremo a 0° (transversal) | 6803 | 3893 |
| Vento extremo a 15° | 6443 | 3681 |
| Vento extremo a 30° | 5462 | 3131 |
| Vento extremo a 45° | 4122 | 2347 |
| Vento de tormentas a 0° (transversal) | 3217 | 1745 |
| Vento de tormentas a 15° | 3126 | 1692 |
| Vento de tormentas a 30° | 2872 | 1540 |
| Vento de tormentas a 45° | 2613 | 1382 |
| Nivelamento | 2 706 | 1 453 |
| Condição de maior ocorrência | 2 255 | 1 211 |

LTs Circuito Duplo:

LT 525 kV Areia – Joinville Sul (CD)

| Condições de carregamento | Condutor (kgf) | Para-raios (kgf) |
|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Vento extremo a 0° (transversal) | 6561 | 3743 |
| Vento extremo a 15° | 6236 | 3549 |
| Vento extremo a 30° | 5288 | 3014 |
| Vento extremo a 45° | 4024 | 2270 |
| Vento de tormentas a 0° (transversal) | 3132 | 1694 |
| Vento de tormentas a 15° | 3044 | 1642 |
| Vento de tormentas a 30° | 2825 | 1511 |
| Vento de tormentas a 45° | 2579 | 1659 |
| Nivelamento | 2 706 | 1 548 |
| Condição de maior ocorrência | 2 255 | 1 290 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 8 de 72 |

LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu (CD)

| Condições de carregamento | Condutor (kgf) | Para-raios (kgf) |
|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Vento extremo a 0° (transversal) | 6911 | 3962 |
| Vento extremo a 15° | 6552 | 3748 |
| Vento extremo a 30° | 5535 | 3176 |
| Vento extremo a 45° | 4158 | 2389 |
| Vento de tormentas a 0° (transversal) | 3217 | 1764 |
| Vento de tormentas a 15° | 3096 | 1692 |
| Vento de tormentas a 30° | 2872 | 1556 |
| Vento de tormentas a 45° | 2593 | 1385 |
| Nivelamento | 2 706 | 1 566 |
| Condição de maior ocorrência | 2 255 | 1 305 |

LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 (CD)

| Condições de carregamento | Condutor (kgf) | Para-raios (kgf) |
|---------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Vento extremo a 0° (transversal) | 6947 | 3950 |
| Vento extremo a 15° | 6588 | 3739 |
| Vento extremo a 30° | 5571 | 3170 |
| Vento extremo a 45° | 4193 | 2247 |
| Vento de tormentas a 0° (transversal) | 3217 | 1745 |
| Vento de tormentas a 15° | 3126 | 1692 |
| Vento de tormentas a 30° | 2872 | 1540 |
| Vento de tormentas a 45° | 2613 | 1382 |
| Nivelamento | 2 706 | 1 548 |
| Condição de maior ocorrência | 2 255 | 1 290 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 9 de 72 |

5 SÉRIE DE ESTRUTURAS

5.1 Seleção da série de estruturas:

A série será composta pelos tipos de torres, aplicações e combinações de altura conforme Anexo 2.

O relevo predominante atravessado pelas LTs em estudo (plano e ondulado) é adequado para o uso de estruturas de suspensão estaiadas, as quais devem ser complementadas por estruturas autoportantes de suspensão e ancoragem.

Serão desenvolvidas duas séries de torres, uma a ser aplicada a linha de circuito simples e outra a ser aplicada as linhas de circuito duplo.

5.2 Configuração geométrica das estruturas:

A configuração geométrica das estruturas consta dos desenhos apresentados no Anexo.

O projeto detalhado das estruturas deverá obedecer às dimensões relacionadas a seguir conforme mostrado nos referidos desenhos:

- a) Configuração do feixe de condutores e comprimento da cadeia;
- b) Distâncias elétricas e respectivos ângulos de balanço;
- c) Espaçamento horizontal entre cabos pára-raios;
- d) Espaçamento vertical entre cabos pára-raios e fase superior;
- e) Espaçamentos horizontais entre fases;
- f) Espaçamento vertical entre fases;
- g) Alturas dos corpos básicos, extensões de corpo e pernas;
- h) Altura dos mastros.

5.3 Hipóteses de carregamento:

As hipóteses de carregamento a serem utilizadas no dimensionamento das estruturas que deverão compor a série constam do Anexo 1.

A partir das características dos cabos utilizados e das pressões do vento de projeto foram calculadas as cargas atuando nas estruturas que compõem a série acima citada, para cada uma das hipóteses de carregamento definidas no Anexo 1. As cargas assim calculadas constam nos diagramas de carregamento apresentados no Anexo 3.

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 10 de 72 |

5.4 Fatores de sobrecarga:

As cargas indicadas nos Anexos 1 e 3 incluem os seguintes fatores de sobrecarga (FS):

| Tipo de Carregamento | FS |
|---|-----------|
| Vertical normal | 1,15 |
| Vertical de construção (desequilíbrio longitudinal) | 1,50 |
| Vertical de construção (ancoragem provisória) | 1,50 |
| Peso próprio da estrutura (PP) | 1,00 |
| Cargas devido ao vento extremo e ao vento de tormentas | 1,00 |
| Vento na estrutura | 1,00 |
| Transversais sem vento, hipóteses de cabo rompido | 1,00 |
| Transversais sem vento, hipóteses de construção | 1,15 |
| Longitudinais, cabo rompido, condutor | 1,00 |
| Longitudinais, cabo rompido, para-raios | 1,40 |
| Longitudinais, desequilíbrio longitudinal de construção, condutor | 1,15 |
| Longitudinais, desequilíbrio longitudinal de construção, para-raios | 1,15 |
| Longitudinais com vento extremo, terminal | 1,00 |

6 REFERÊNCIAS

- 1 Projeto Básico, CONDUTOR E PARA-RAIOS, LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B.
- 2 Projeto Básico, ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS, LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B.
- 3 Projeto Básico, DADOS CLIMATOLÓGICOS E VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO, LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B.
- 4 Projeto Básico, COORDENAÇÃO DO ISOLAMENTO, LT-L-GERAL-RP-A4-1008-B.

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 11 de 72 |

7 ANEXOS

| | |
|---|--------------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 Folha 12 de 72 |

ANEXO 1 – HIPÓTESES DE CARREGAMENTO

| | |
|--|--------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 Folha 13 de 72 |

ANEXO 1A – TORRES DE SUSPENSÃO

| HIP. | CARREGAMENTO |
|----------|--|
| 1 | VENTO TRANSVERSAL EXTREMO (T= 150 anos) Cargas decorrentes da ação do vento extremo de projeto atuando transversalmente nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (20% do valor máximo). |
| 2, 3 e 4 | VENTO EXTREMO ATUANDO A 15°, 30° e 45° (T= 150 anos) Cargas decorrentes da ação do vento extremo a 15°, 30° e 45°, atuando nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (20% do valor máximo). |
| 5 | VENTO LONGITUDINAL EXTREMO (T= 150 anos) Cargas decorrentes da ação do vento extremo de projeto atuando longitudinalmente nas cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (20% do valor máximo). |
| 6 | LONGITUDINAL EM QUALQUER FASE Carga longitudinal atuando em qualquer uma das fases; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (20% do valor máximo). |
| 7 | LONGITUDINAL EM QUALQUER PARA-RAIOS Carga longitudinal atuando em qualquer um dos cabos para-raios; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (20% do valor máximo). |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 14 de 72 |

| HIP. | CARREGAMENTO |
|--------------------|--|
| 8 | CONSTRUÇÃO E MONTAGEM Carga vertical de construção atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de fases e para-raios e peso próprio da estrutura. |
| 9 | VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS TRANSVERSAL (T= 150 anos) Cargas decorrentes da ação do vento de tormentas elétricas atuando transversalmente nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (20% do valor máximo). |
| 10, 11 e 12 | VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 15°, 30° e 45° (T= 150 anos) Cargas decorrentes da ação do vento de tormentas elétricas a 15°, 30° e 45°, atuando nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (20% do valor máximo). |
| 13 | VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS LONGITUDINAL (T= 150 anos) Cargas decorrentes da ação do vento de tormentas elétricas atuando longitudinalmente nas cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (20% do valor máximo). |
| 14 | CONTENÇÃO DE CASCATA Carga longitudinal reduzida atuando simultaneamente em todos os cabos, verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (20% do valor máximo). |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 15 de 72 |

ANEXO 1B – TORRES DE ANCORAGEM E TERMINAL

| HIP. | CARREGAMENTO |
|-------------|---------------------|
|-------------|---------------------|

| | |
|----------|--|
| 1 | VENTO TRANSVERSAL EXTREMO (T= 150 anos) |
|----------|--|

Cargas decorrentes da ação do vento extremo de projeto atuando transversalmente nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais atuando no sentido contrário ao indicado (arrancamento) com valor igual a 50% da carga vertical especificada.

| | |
|-----------------|---|
| 2, 3 e 4 | VENTO EXTREMO ATUANDO A 15°, 30° e 45° (T= 150 anos) |
|-----------------|---|

Cargas decorrentes da ação do vento extremo a 15°, 30° e 45°, atuando nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais atuando no sentido contrário ao indicado (arrancamento) com valor igual a 50% da carga vertical especificada.

| | |
|----------|---|
| 5 | VENTO LONGITUDINAL EXTREMO (T= 150 anos) |
|----------|---|

Cargas decorrentes da ação do vento extremo de projeto atuando longitudinalmente nas cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais atuando no sentido contrário ao indicado (arrancamento) com valor igual a 50% da carga vertical especificada.

| | |
|----------|-----------------------------------|
| 6 | DESEQUILÍBRIO LONGITUDINAL |
|----------|-----------------------------------|

Carga longitudinal de construção atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de fases e para-raios e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais atuando no sentido contrário ao indicado (arrancamento) com valor igual a 50% da carga vertical especificada.

| | |
|---|--------------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 16 de 72 |

| HIP. | CARREGAMENTO |
|-------------------|---|
| 7 | VERTICAL DE CONSTRUÇÃO Carga vertical de construção atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de fases e para-raios e peso próprio da estrutura. |
| 8 | VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS TRANSVERSAL (T= 150 anos) Cargas decorrentes da ação do vento de tormentas elétricas atuando transversalmente nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais atuando no sentido contrário ao indicado (arrancamento) com valor igual a 50% da carga vertical especificada |
| 9, 10 e 11 | VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 15°, 30° e 45° (T= 150 anos) Cargas decorrentes da ação do vento de tormentas elétricas a 15°, 30° e 45°, atuando nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais atuando no sentido contrário ao indicado (arrancamento) com valor igual a 50% da carga vertical especificada. |
| 12 | VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS LONGITUDINAL (T= 150 anos) Cargas decorrentes da ação do vento de tormentas elétricas atuando longitudinalmente nas cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais atuando no sentido contrário ao indicado (arrancamento) com valor igual a 50% da carga vertical especificada. |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 17 de 72 |

HIP. CARREGAMENTO

13 TERMINAL (apenas Torre Terminal)

Cargas longitudinais correspondentes à tração máxima de todos os cabos em um só lado da estrutura, combinadas com as cargas decorrentes da ação do vento extremo de projeto atuando transversalmente nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais atuando no sentido contrário ao indicado (arrancamento) com valor igual a 50% da carga vertical especificada.

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 18 de 72 |

ANEXO 2 – SÉRIE DE ESTRUTURAS – TIPOS, APLICAÇÕES E ALTURAS

| | |
|---|--------------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 19 de 72 |

| Linhas de circuito simples Características | N5SEL | N5SSL | N5SSP | | N5SST | N5SAA | N5SAT | | |
|---|----------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|---------|
| | Suspensão estaiada leve | Suspensão autoportante leve | Suspensão autoportante pesada | | Transposição em suspensão | Ancoragem em ângulo | Ancoragem em ângulo | Ancoragem terminal | |
| | | | Aplicação geral | Aplicação (2) | | | | | |
| tajaí 2 - Biguaçu | Vão de vento | 515 m | 515 m | 705 m | 555 | 555 m | 400 m | 405 m | 360 m |
| | Deflexão máxima | 1° | 1° | 7° | 0° | 4° (3) | 27° | 52° | 20° (4) |
| | Vão de Peso Condutor | 800 m | 800 m | 1200 m | | 950 m | 1300 m | 1400 m | 1000 m |
| | Vão de Peso Para-raios | 850 m | 850 m | 1300 m | | 1000 m | 1400 m | 1500 m | 1100 m |
| Areia- Joinvill e Sul | Vão de vento | 550 m | 550 m | 750 m | 600 | 600 m | 400 m | 400 m | 400 m |
| | Deflexão máxima | 1° | 1° | 7° | 0° | 4° (3) | 30° | 55° | 20° (4) |
| | Vão de Peso Condutor | 800 m | 800 m | 1200 m | | 950 m | 1300 m | 1400 m | 1000 m |
| | Vão de Peso Para-raios | 850 m | 850 m | 1300 m | | 1000 m | 1400 m | 1500 m | 1100 m |
| Joinville Sul - Itajaí 2 | Vão de vento | 510 m | 510 m | 700 m | 550 | 550 m | 400 m | 400 m | 355 m |
| | Deflexão máxima | 1° | 1° | 7° | 0° | 4° (3) | 27° | 52° | 20° (4) |
| | Vão de Peso Condutor | 800 m | 800 m | 1200 m | | 950 m | 1300 m | 1400 m | 1000 m |
| | Vão de Peso Para-raios | 850 m | 850 m | 1300 m | | 1000 m | 1400 m | 1500 m | 1100 m |
| Alturas | | 25,2 a 52,2 m | | 34,5 a 61,5 m | | 25,5 a 52,5 m | 22,5 a 40,5 m | | |
| Mastro (1) | 26 a 44 m | | | | | | | | |
| Torre básica (1) | | | 23,7 m | 33 m | 24 m | 19,5 m | 19,5 m | | |
| Extensões | | | 6/12/18m | 6/12/18 m | 6/12/18 m | 6/12 m | 6/12 m | | |
| Pés (1) | | | 1,5 a 10,5 m | 1,5 a 10,5 m | 3 a 9 m | 3 a 9 m | 3 a 9 m | | |

Notas:

- (1) Os pés e os mastros têm alturas variando em intervalos de 1,5 m. A altura do mastro é referida ao nível do subcondutor mais baixo (altura útil). A altura da torre básica é referida ao nível da face inferior da mísula mais baixa (altura nominal).
- (2) A torre pesada é usada para transição de cabos para-raios, deve ser aplicada conforme orientado acima.
- (3) A torre de transposição (autoportante de transposição) deve ser locada em alinhamento. O ângulo indicado, de um só lado da torre, decorre do giro das fases.
- (4) O ângulo indicado para a torre terminal de 20° aplica-se ao lado com cabos em tração plena e o ângulo 20° para tração reduzida simultaneamente.

| | |
|--|-------------------------|
| LT 500 KV MIRACEMA – GILBUÉS II C3 (CS) LT 500 KV GILBUÉS II – BARREIRAS II C2 (CS) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 20 de 72 |

| Linhas de circuito duplo Características | | N5DEL | N5DSL | N5DSP | | N5DAA | N5DAT | |
|---|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| | | Suspensão estaiada leve | Suspensão autoportante leve | Suspensão autoportante pesada | | Ancoragem em ângulo | Ancoragem em ângulo | Ancoragem terminal |
| | | | | Aplicação geral | Aplicação (2) | | | |
| Areia- Joinville Sul | Vão de vento | 490 m | 490 m | 750 m | 600 | 400 m | 400 m | 400 m |
| | Deflexão máxima | 0,5° | 0,5° | 4° | 0° | 24° | 43° | 20° (4) |
| | Vão de Peso Condutor | 740 m | 740 m | | 1400 m | 950 m | 950 m | 800 m |
| | Vão de Peso Para-raios | 800 m | 800 m | | 1450 m | 1000 m | 1000 m | 850 m |
| Itajaí 2 - Biguaçu | Vão de vento | 455 m | 455 m | 705 m | 555 | 400 m | 400 m | 360 m |
| | Deflexão máxima | 0,5° | 0,5° | 4° | 0° | 20° | 40° | 20° (4) |
| | Vão de Peso Condutor | 740 m | 740 m | | 1400 m | 950 m | 950 m | 800 m |
| | Vão de Peso Para-raios | 800 m | 800 m | | 1450 m | 1000 m | 1000 m | 850 m |
| Joinville Sul - Itajaí 2 | Vão de vento | 454 m | 454 m | 700 m | 555 | 400 m | 400 m | 360 m |
| | Deflexão máxima | 0,5° | 0,5° | 4° | 0° | 20° | 40° | 20° (4) |
| | Vão de Peso Condutor | 740 m | 740 m | | 1400 m | 950 m | 950 m | 800 m |
| | Vão de Peso Para-raios | 800 m | 800 m | | 1450 m | 1000 m | 1000 m | 850 m |
| Alturas | | 28,5 A 43,5 m | 21,5 a 48,5 m | 21,5 a 54,5 m | | 16,5 a 40,5 m | | 16,5 a 34,5 m |
| Torre básica (1) | | | 20 m | 20 m | | 12 m | | 12 m |
| Extensões | | | 6/12/18 m | 6/12/18/24 m | | 6/12/18 m | | 6/12 m |
| Pés (1) | | | 1,5 a 10,5 m | 1,5 a 10,5 m | | 4,5 a 10,5 m | | 4,5 a 10,5 m |

Notas:

- (1) Os pés têm alturas variando em intervalos de 1,5 m. A altura da torre básica é referida ao nível da face inferior da mísula mais baixa (altura nominal).
- (2) A torre pesada é usada para transição de cabos para-raios, deve ser aplicada conforme orientado acima.
- (3) A torre de transposição (autoportante de transposição) deve ser locada em alinhamento. O ângulo indicado, de um só lado da torre, decorre do giro das fases.
- (4) O ângulo indicado para a torre terminal de aplica-se ao lado com cabos em tração plena e o com o mesmo valor indicado para o lado de tração reduzida simultaneamente.

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 21 de 72 |

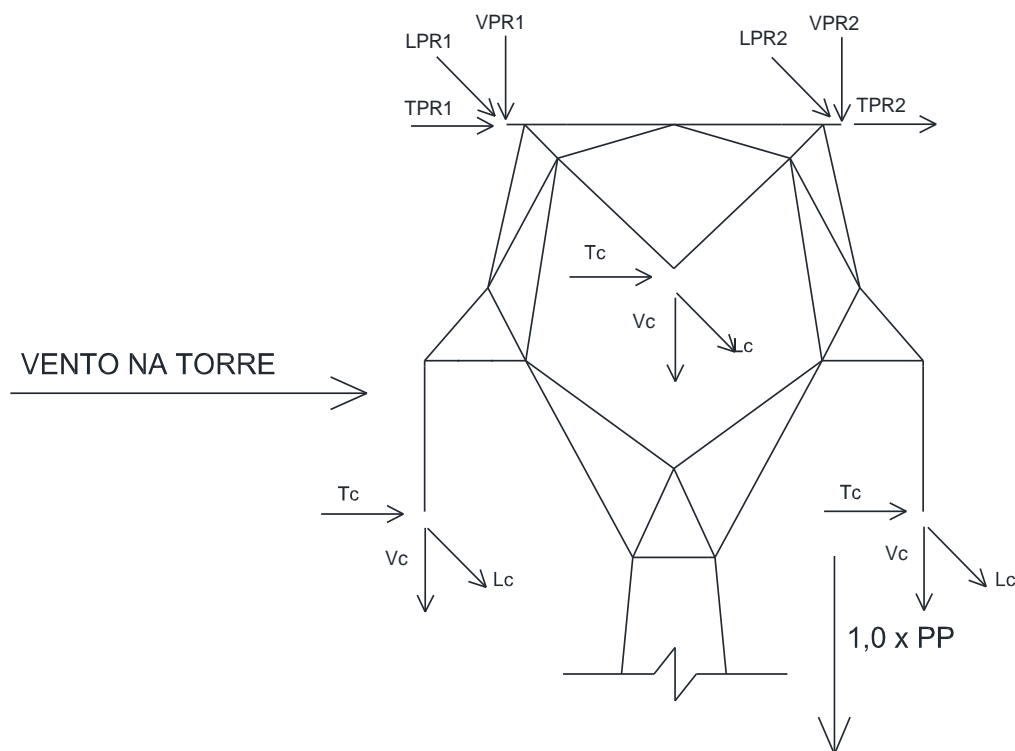
ANEXO 3 – DIAGRAMAS DE CARREGAMENTO

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 500 KV MIRACEMA – GILBUÉS II C3 (CS) LT 500 KV GILBUÉS II – BARREIRAS II C2 (CS) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 22 de 72 |

Notas Gerais

- 1) As cargas indicadas já incluem os fatores de sobrecarga aplicáveis.
- 2) As cargas atuando nas fases e nos para-raios devem ser aplicadas nos pontos de fixação dos cabos e estão representadas, conforme a hipótese de carregamento, por suas projeções na vertical e nos eixos transversal e longitudinal da estrutura.
- 3) As variáveis constantes das fórmulas para cálculo do vento atuando nas estruturas são definidas no item 6.2.6.4.1 e nas figuras 5, 6 e 7 da norma IEC 60826.
- 4) As cargas devidas ao vento na torre atuam na direção do vento e devem ser aplicadas no centro de gravidade de cada um dos painéis em que a estrutura for subdividida.
- 5) Para cada direção mostrada nos diagramas de carregamento, o vento sobre a estrutura e as cargas transversais e longitudinais atuando sobre os cabos devem ser aplicados nos dois sentidos possíveis, prevalecendo a combinação que for mais desfavorável no que se refere ao dimensionamento das barras e ligações. O mesmo princípio deve ser aplicado às cargas transversais nas hipóteses sem vento.

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 23 de 72 |



| N5SEL | | | | | |
|----------|---------------------------|----------------|---|-------------------------------------|-------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 1 | VENTO TRANSVERSAL EXTREMO | 73 | $G_T S_{T1} C_{XT1}$ | T _C | 9 280 |
| | | | | T _{PR} | 1 229 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 0 |
| | | | | L _{PR1} | 668 |
| | | | | L _{PR2} | 0 |
| 2 | VENTO EXTREMO A 15° | 77 | $G_T (0.933 S_{T1} C_{XT1} + 0.067 S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 8 678 |
| | | | | T _{PR} | 1 148 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 90 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 3 | VENTO EXTREMO A 30° | 84 | $G_T (0.75 S_{T1} C_{XT1} + 0.25 S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 7 029 |
| | | | | T _{PR} | 926 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 175 |

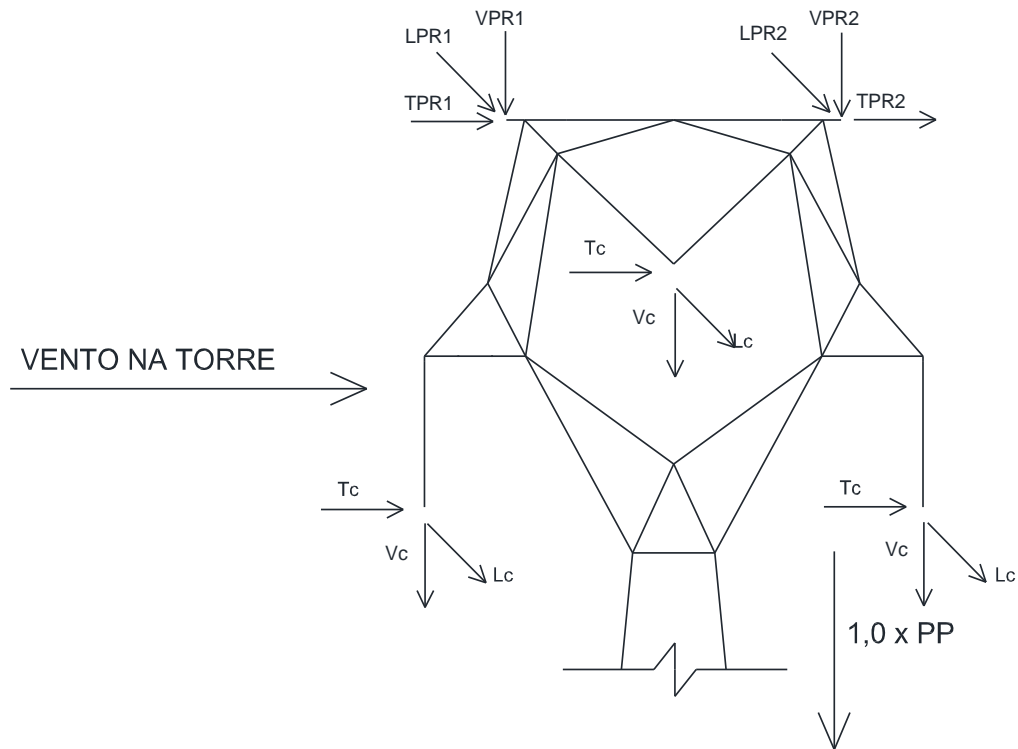
| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 24 de 72 |

| N5SEL | | | | | |
|----------|-------------------------------------|----------------|---|-------------------------------------|-------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 4 | VENTO EXTREMO A 45° | 87 | G _T (0.50 S _{T1} C _{XT1} + 0.50 S _{T2} C _{XT2}) | T _C | 4 768 |
| | | | | T _{PR} | 621 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 247 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 5 | VENTO EXTREMO LONGITUDINAL | 73 | G _T S _{T2} C _{XT2} | T _C | 163 |
| | | | | T _{PR} | 23 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 349 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 6 | LONGITUDINAL EM QUALQUER FASE | - | - | T _C | 163 |
| | | | | T _{PR} | 23 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C (Cabo rompido) | 6 258 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 7 | LONGITUDINAL EM QUALQUER PARA-RAIOS | - | - | T _C | 163 |
| | | | | T _{PR} | 21 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 0 |
| | | | | L _{PR} (Cabo rompido) | 1 810 |
| 8 | CONSTRUÇÃO E MONTAGEM | - | - | T _C | 225 |
| | | | | T _{PR} | 29 |
| | | | | V _C | 9 573 |
| | | | | V _{PR} | 1 410 |
| | | | | L _C | 841 |
| | | | | L _{PR} (Cabo rompido) | 116 |
| 9 | VENTO DE TORMENTAS TRANSVERSAL | 187 | S _{T1} C _{XT1} | T _C | 3 256 |
| | | | | T _{PR} | 405 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 0 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 25 de 72 |

| N5SEL | | | | | |
|----------|------------------------------------|----------------|---|-------------------------------------|-------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 10 | VENTO DE TORMENTAS A 15° | 196 | $(0.933 S_{T1} C_{XT1} + 0.067 S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 3 058 |
| | | | | T _{PR} | 379 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 93 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 11 | VENTO DE TORMENTAS A 30° | 215 | $(0.75 S_{T1} C_{XT1} + 0.25 S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 2 517 |
| | | | | T _{PR} | 308 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 179 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 12 | VENTO DE TORMENTAS A 45° | 224 | $G_T (0.50 S_{T1} C_{XT1} + 0.50 S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 1 773 |
| | | | | T _{PR} | 212 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 254 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 13 | VENTO DE TORMENTAS LONTITUDINAL | 187 | $(S_{T1} C_{XT1} + S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 163 |
| | | | | T _{PR} | 21 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 359 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 14 | CONTENÇÃO DE CASCATA | - | - | T _C | 163 |
| | | | | T _{PR} | 21 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 3 269 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 970 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 26 de 72 |



| N5SSL | | | | | |
|----------|---------------------------|----------------|---|-------------------------------------|-------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 1 | VENTO TRANSVERSAL EXTREMO | 73 | $G_T S_{T1} C_{XT1}$ | T _C | 9 280 |
| | | | | T _{PR} | 1 229 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 0 |
| | | | | L _{PR1} | 668 |
| | | | | L _{PR2} | 0 |
| 2 | VENTO EXTREMO A 15° | 77 | $G_T (0.933 S_{T1} C_{XT1} + 0.067 S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 8 678 |
| | | | | T _{PR} | 1 148 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 90 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 3 | VENTO EXTREMO A 30° | 84 | $G_T (0.75 S_{T1} C_{XT1} + 0.25 S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 7 029 |
| | | | | T _{PR} | 926 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 175 |

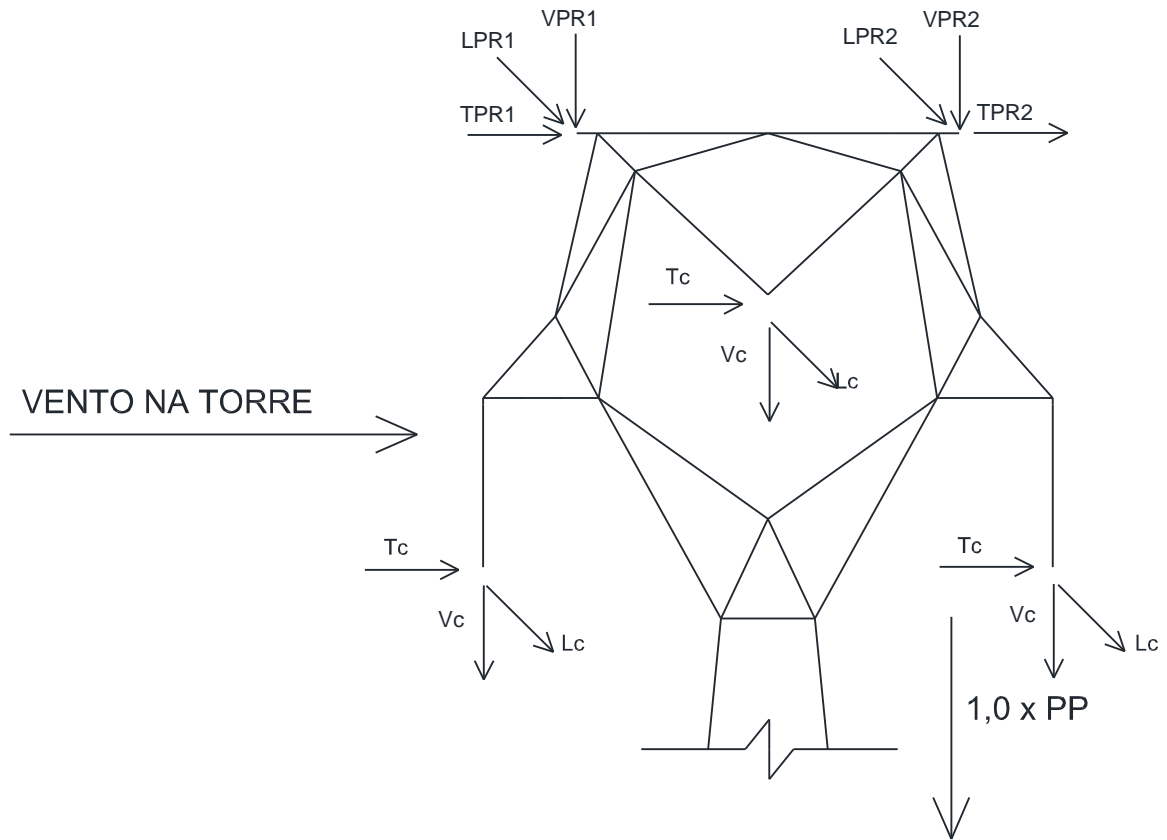
| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 27 de 72 |

| N5SSL | | | | | |
|----------|-------------------------------------|----------------|---|-------------------------------------|-------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 4 | VENTO EXTREMO A 45° | 87 | G _T (0.50 S _{T1} C _{XT1} + 0.50 S _{T2} C _{XT2}) | T _C | 4 768 |
| | | | | T _{PR} | 621 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 247 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 5 | VENTO EXTREMO LONGITUDINAL | 73 | G _T S _{T2} C _{XT2} | T _C | 163 |
| | | | | T _{PR} | 23 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 349 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 6 | LONGITUDINAL EM QUALQUER FASE | - | - | T _C | 163 |
| | | | | T _{PR} | 23 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C (Cabo rompido) | 6 258 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 7 | LONGITUDINAL EM QUALQUER PARA-RAIOS | - | - | T _C | 163 |
| | | | | T _{PR} | 21 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 0 |
| | | | | L _{PR} (Cabo rompido) | 1 810 |
| 8 | CONSTRUÇÃO E MONTAGEM | - | - | T _C | 225 |
| | | | | T _{PR} | 29 |
| | | | | V _C | 9 573 |
| | | | | V _{PR} | 1 410 |
| | | | | L _C | 841 |
| | | | | L _{PR} (Cabo rompido) | 116 |
| 9 | VENTO DE TORMENTAS TRANSVERSAL | 187 | S _{T1} C _{XT1} | T _C | 3 256 |
| | | | | T _{PR} | 405 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 0 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 28 de 72 |

| N5SSL | | | | | |
|----------|------------------------------------|----------------|---|-------------------------------------|-------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 10 | VENTO DE TORMENTAS A 15° | 196 | $(0.933 S_{T1} C_{XT1} + 0.067 S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 3 058 |
| | | | | T _{PR} | 379 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 93 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 11 | VENTO DE TORMENTAS A 30° | 215 | $(0.75 S_{T1} C_{XT1} + 0.25 S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 2 517 |
| | | | | T _{PR} | 308 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 179 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 12 | VENTO DE TORMENTAS A 45° | 224 | $G_T (0.50 S_{T1} C_{XT1} + 0.50 S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 1 773 |
| | | | | T _{PR} | 212 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 254 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 13 | VENTO DE TORMENTAS LONTITUDINAL | 187 | $(S_{T1} C_{XT1} + S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 163 |
| | | | | T _{PR} | 21 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 359 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 14 | CONTENÇÃO DE CASCATA | - | - | T _C | 163 |
| | | | | T _{PR} | 21 |
| | | | | V _C | 5 753 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 3 269 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 970 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 29 de 72 |



| N5SSP | | | | | |
|----------|---|----------------|---|------------------|--------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 1 | VENTO TRANSVERSAL EXTREMO | 73 | G _T S _{T1} C _{XT1} | T _C | 12 519 |
| | | | | T _{PR} | 1 673 |
| | | | | V _C | 8 339 |
| | | | | V _{PR} | 1 081 |
| | | | | L _C | 0 |
| | | | | L _{PR1} | 668 |
| | | | | L _{PR2} | 0 |
| 1.1 | VENTO TRANSVERSAL EXTREMO TRANSIÇÃO PARA-RAIOS | 72.9 | G _T S _{T1} C _{XT1} | T _C | 10 090 |
| | | | | T _{PR1} | 1 339 |
| | | | | T _{PR2} | 1 339 |
| | | | | V _C | 8 339 |
| | | | | V _{PR1} | 1 081 |
| | | | | V _{PR2} | 1 081 |
| | | | | L _C | 0 |
| | | | | L _{PR1} | 1 870 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 30 de 72 |

| N5SSP | | | | | |
|----------|---|----------------|---|-------------------------------------|--------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| | | | | L _{PR2} | 735 |
| 2 | VENTO EXTREMO A 15° | 77 | $G_T (0.933 S_{T1} C_{XT1} + 0.067 S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 11 745 |
| | | | | T _{PR} | 1 582 |
| | | | | V _C | 8 339 |
| | | | | V _{PR} | 1 081 |
| | | | | L _C | 90 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 3 | VENTO EXTREMO A 30° | 84 | $G_T (0.75 S_{T1} C_{XT1} + 0.25 S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 9 616 |
| | | | | T _{PR} | 1 293 |
| | | | | V _C | 8 339 |
| | | | | V _{PR} | 1 081 |
| | | | | L _C | 175 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 4 | VENTO EXTREMO A 45° | 87 | $G_T (0.50 S_{T1} C_{XT1} + 0.50 S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 6 692 |
| | | | | T _{PR} | 892 |
| | | | | V _C | 8 339 |
| | | | | V _{PR} | 1 081 |
| | | | | L _C | 247 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 5 | VENTO EXTREMO LONGITUDINAL | 73 | $G_T S_{T2} C_{XT2}$ | T _C | 1 140 |
| | | | | T _{PR} | 158 |
| | | | | V _C | 8 339 |
| | | | | V _{PR} | 1 081 |
| | | | | L _C | 349 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 6 | LONGITUDINAL EM QUALQUER FASE | - | - | T _C | 1 140 |
| | | | | T _{PR} | 158 |
| | | | | V _C | 8 339 |
| | | | | V _{PR} | 1 081 |
| | | | | L _C (Cabo rompido) | 6 258 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 7 | LONGITUDINAL EM QUALQUER PARA-RAIOS | - | - | T _C | 1 140 |
| | | | | T _{PR} | 148 |
| | | | | V _C | 8 339 |
| | | | | V _{PR} | 1 081 |
| | | | | L _C | 0 |
| | | | | L _{PR} (Cabo rompido) | 1 810 |

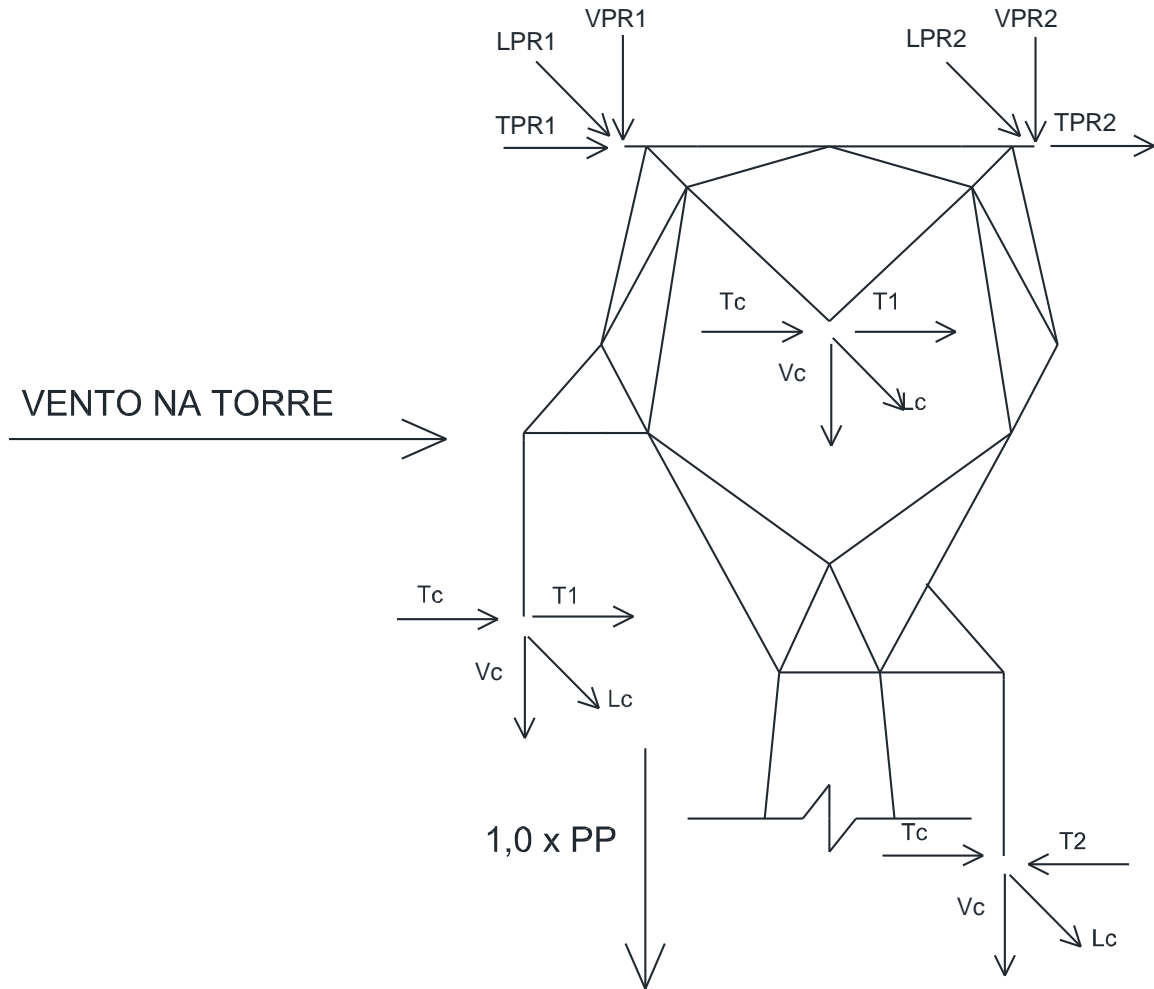
| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 31 de 72 |

| N5SSP | | | | | |
|----------|--------------------------------|----------------|---|-------------------------------------|--------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 8 | CONSTRUÇÃO E MONTAGEM | - | - | T _C | 1 574 |
| | | | | T _{PR} | 204 |
| | | | | V _C | 11 124 |
| | | | | V _{PR} | 1 583 |
| | | | | L _C | 841 |
| | | | | L _{PR} (Cabo rompido) | 116 |
| 9 | VENTO DE TORMENTAS TRANSVERSAL | 187 | S _{T1} C _{XT1} | T _C | 4 737 |
| | | | | T _{PR} | 606 |
| | | | | V _C | 8 339 |
| | | | | V _{PR} | 1 081 |
| | | | | L _C | 0 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 10 | VENTO DE TORMENTAS A 15° | 196 | (0.933 S _{T1} C _{XT1} + 0.067 S _{T2} C _{XT2}) | T _C | 4 491 |
| | | | | T _{PR} | 573 |
| | | | | V _C | 8 339 |
| | | | | V _{PR} | 1 081 |
| | | | | L _C | 93 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 11 | VENTO DE TORMENTAS A 30° | 215 | (0.75 S _{T1} C _{XT1} + 0.25 S _{T2} C _{XT2}) | T _C | 3 827 |
| | | | | T _{PR} | 484 |
| | | | | V _C | 8 339 |
| | | | | V _{PR} | 1 081 |
| | | | | L _C | 179 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 12 | VENTO DE TORMENTAS A 45° | 224 | G _T (0.50 S _{T1} C _{XT1} + 0.50 S _{T2} C _{XT2}) | T _C | 2 938 |
| | | | | T _{PR} | 366 |
| | | | | V _C | 8 339 |
| | | | | V _{PR} | 1 081 |
| | | | | L _C | 254 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 32 de 72 |

| N5SSP | | | | | |
|----------|------------------------------------|----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 13 | VENTO DE TORMENTAS LONTITUDINAL | 187 | $(S_{T1} C_{XT1} + S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 1 140 |
| | | | | T _{PR} | 148 |
| | | | | V _C | 8 339 |
| | | | | V _{PR} | 1 081 |
| | | | | L _C | 359 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 14 | CONTENÇÃO DE CASCATA | - | - | T _C | 1 140 |
| | | | | T _{PR} | 148 |
| | | | | V _C | 8 339 |
| | | | | V _{PR} | 1 081 |
| | | | | L _C | 3 269 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 970 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 33 de 72 |



| N5SST | | | | | |
|----------|---------------------------|----------------|---|--------------|--------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 1 | VENTO TRANSVERSAL EXTREMO | 73 | $G_T S_{T1} C_{XT1}$ | Tc | 10 540 |
| | | | | T_{PR} | 1 339 |
| | | | | Vc | 6 723 |
| | | | | V_{PR} | 840 |
| | | | | Lc | 0 |
| | | | | L_{PR1} | 668 |
| | | | | L_{PR2} | 0 |
| 2 | VENTO EXTREMO A 15° | 77 | $G_T (0.933 S_{T1} C_{XT1} + 0.067 S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 9 426 |
| | | | | T_{PR} | 1 249 |
| | | | | Vc | 6 723 |
| | | | | V_{PR} | 840 |
| | | | | Lc | 90 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 34 de 72 |

| N5SST | | | | | |
|----------|-------------------------------------|----------------|---|-------------------------------|--------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |
| 3 | VENTO EXTREMO A 30° | 84 | GT (0.75 S _{T1} C _{XT1} + 0.25 S _{T2} C _{XT2}) | T _C | 7 611 |
| | | | | T _{PR} | 1 004 |
| | | | | V _C | 6 723 |
| | | | | V _{PR} | 840 |
| | | | | L _C | 175 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |
| 4 | VENTO EXTREMO A 45° | 87 | G _T (0.50 S _{T1} C _{XT1} + 0.50 S _{T2} C _{XT2}) | T _C | 5 122 |
| | | | | T _{PR} | 669 |
| | | | | V _C | 6 723 |
| | | | | V _{PR} | 840 |
| | | | | L _C | 247 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |
| 5 | VENTO EXTREMO LONGITUDINAL | 73 | G _T S _{T2} C _{XT2} | T _C | 0 |
| | | | | T _{PR} | 0 |
| | | | | V _C | 6 723 |
| | | | | V _{PR} | 840 |
| | | | | L _C | 349 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |
| 6 | LONGITUDINAL EM QUALQUER FASE | - | - | T _C | 0 |
| | | | | T _{PR} | 0 |
| | | | | V _C | 6 723 |
| | | | | V _{PR} | 840 |
| | | | | L _C (Cabo rompido) | 6 258 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |
| 7 | LONGITUDINAL EM QUALQUER PARA-RAIOS | - | - | T _C | 0 |
| | | | | T _{PR} | 0 |
| | | | | V _C | 6 723 |
| | | | | V _{PR} | 840 |
| | | | | L _C | 0 |
| | | | | LPR (Cabo rompido) | 1 810 |
| 8 | CONSTRUÇÃO E MONTAGEM | - | - | T _C | 0 |
| | | | | T _{PR} | 0 |
| | | | | V _C | 10 155 |
| | | | | V _{PR} | 1 438 |
| | | | | L _C | 841 |
| | | | | LPR (Cabo rompido) | 116 |

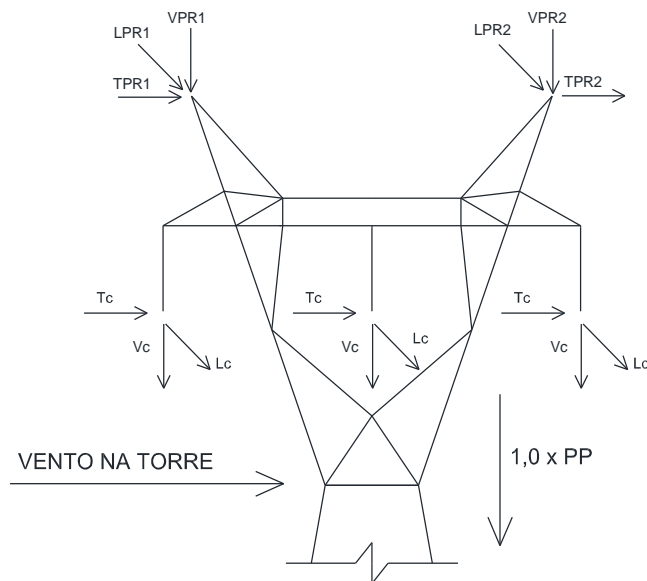
| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 35 de 72 |

| N5SST | | | | | |
|----------|------------------------------------|----------------|---|---------------------|-------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 9 | VENTO DE TORMENTAS TRANSVERSAL | 187 | $S_{T1} C_{XT1}$ | T_C | 3 436 |
| | | | | T_{PR} | 432 |
| | | | | V_C | 6 723 |
| | | | | V_{PR} | 840 |
| | | | | L_C | 0 |
| | | | | $L_{PR1} = L_{PR2}$ | 0 |
| 10 | VENTO DE TORMENTAS A 15° | 196 | $(0.933 S_{T1} C_{XT1} + 0.067 S_{T2} C_{XT2})$ | T_C | 3 218 |
| | | | | T_{PR} | 403 |
| | | | | V_C | 6 723 |
| | | | | V_{PR} | 840 |
| | | | | L_C | 93 |
| | | | | $L_{PR1} = L_{PR2}$ | 0 |
| 11 | VENTO DE TORMENTAS A 30° | 215 | $(0.75 S_{T1} C_{XT1} + 0.25 S_{T2} C_{XT2})$ | T_C | 2 619 |
| | | | | T_{PR} | 324 |
| | | | | V_C | 6 723 |
| | | | | V_{PR} | 840 |
| | | | | L_C | 179 |
| | | | | $L_{PR1} = L_{PR2}$ | 0 |
| 12 | VENTO DE TORMENTAS A 45° | 224 | $G_T (0.50 S_{T1} C_{XT1} + 0.50 S_{T2} C_{XT2})$ | T_C | 1 792 |
| | | | | T_{PR} | 216 |
| | | | | V_C | 6 723 |
| | | | | V_{PR} | 840 |
| | | | | L_C | 254 |
| | | | | $L_{PR1} = L_{PR2}$ | 0 |
| 13 | VENTO DE TORMENTAS LONTITUDINAL | 187 | $(S_{T1} C_{XT1} + S_{T2} C_{XT2})$ | T_C | 0 |
| | | | | T_{PR} | 0 |
| | | | | V_C | 6 723 |
| | | | | V_{PR} | 840 |
| | | | | L_C | 359 |
| | | | | $L_{PR1} = L_{PR2}$ | 0 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 36 de 72 |

| N5SST | | | | | |
|----------|-------------------------|----------------|---|-------------------------------------|-------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 14 | CONTENÇÃO DE CASCATA | - | - | T _C | 0 |
| | | | | T _{PR} | 0 |
| | | | | V _C | 6 723 |
| | | | | V _{PR} | 840 |
| | | | | L _C | 3 269 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 970 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 37 de 72 |



| N5SAA | | | | | |
|----------|---------------------------|----------------|---|---------------------|--------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 1 | VENTO TRANSVERSAL EXTREMO | 73 | $G_T S_{T1} C_{XT1}$ | Tc | 20 995 |
| | | | | T_{PR} | 2 800 |
| | | | | Vc | 10 443 |
| | | | | V_{PR} | 1 173 |
| | | | | Lc | 3 684 |
| | | | | $L_{PR1} = L_{PR2}$ | 668 |
| 2 | VENTO EXTREMO A 15° | 77 | $G_T (0.933 S_{T1} C_{XT1} + 0.067 S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 19 847 |
| | | | | T_{PR} | 2 639 |
| | | | | Vc | 10 443 |
| | | | | V_{PR} | 1 173 |
| | | | | Lc | 3 611 |
| | | | | $L_{PR1} = L_{PR2}$ | 606 |
| 3 | VENTO EXTREMO A 30° | 84 | $G_T (0.75 S_{T1} C_{XT1} + 0.25 S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 16 657 |
| | | | | T_{PR} | 2 209 |
| | | | | Vc | 10 443 |
| | | | | V_{PR} | 1 173 |
| | | | | Lc | 2 890 |
| | | | | $L_{PR1} = L_{PR2}$ | 446 |
| 4 | VENTO EXTREMO A 45° | 87 | $G_T (0.50 S_{T1} C_{XT1} + 0.50 S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 12 243 |
| | | | | T_{PR} | 1 601 |
| | | | | Vc | 10 443 |
| | | | | V_{PR} | 1 173 |
| | | | | Lc | 1 865 |

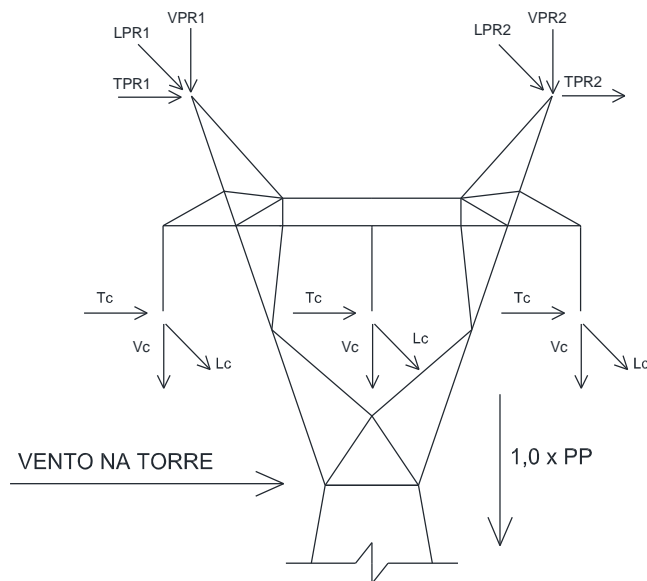
| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 38 de 72 |

| N5SAA | | | | | |
|----------|-----------------------------------|----------------|---|--------------------|--------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 228 |
| 5 | VENTO EXTREMO LONGITUDINAL | 73 | G _T S _{T2} C _{XT2} | T _C | 4 835 |
| | | | | T _{PR} | 669 |
| | | | | V _C | 10 443 |
| | | | | V _{PR} | 1 173 |
| | | | | L _C | 1 155 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |
| 6 | DESIQUILÍBRIO LONGITUDINAL | - | - | T _C | 3 336 |
| | | | | T _{PR} | 462 |
| | | | | V _C | 11 631 |
| | | | | V _{PR} | 1 463 |
| | | | | LC (Cabo rompido) | 12 890 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 1 784 |
| 7 | CONSTRUÇÃO E MONTAGEM | - | - | T _C | 6 672 |
| | | | | T _{PR} | 923 |
| | | | | V _C | 17 393 |
| | | | | V _{PR} | 2 161 |
| | | | | L _C | 841 |
| | | | | LPR (Cabo rompido) | 116 |
| 8 | VENTO DE TORMENTAS TRANSVERSAL | 187 | G _T S _{T1} C _{XT1} | T _C | 9 692 |
| | | | | T _{PR} | 1 165 |
| | | | | V _C | 10 443 |
| | | | | V _{PR} | 1 173 |
| | | | | L _C | 328 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 86 |
| 9 | VENTO DE TORMENTAS A 15° | 196 | G _T (0.933 S _{T1} C _{XT1} + 0.067 S _{T2} C _{XT2}) | T _C | 9 333 |
| | | | | T _{PR} | 1 118 |
| | | | | V _C | 10 443 |
| | | | | V _{PR} | 1 173 |
| | | | | L _C | 559 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 73 |
| 10 | VENTO DE TORMENTAS A 30° | 215 | GT (0.75 S _{T1} C _{XT1} + 0.25 S _{T2} C _{XT2}) | T _C | 8 389 |
| | | | | T _{PR} | 998 |
| | | | | V _C | 10 443 |
| | | | | V _{PR} | 1 173 |
| | | | | L _C | 778 |
| | | | | | |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 39 de 72 |

| N5SAA | | | | | |
|----------|------------------------------------|----------------|---|-------------------------------------|--------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 50 |
| 11 | VENTO DE TORMENTAS A 45° | 224 | $G_T (0.50 S_{T1} C_{XT1} + 0.50 S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 7 183 |
| | | | | T _{PR} | 847 |
| | | | | V _C | 10 443 |
| | | | | V _{PR} | 1 173 |
| | | | | LC | 1 017 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 50 |
| 12 | VENTO DE TORMENTAS LONTITUDINAL | 187 | $G_T S_{T2} C_{XT2}$ | T _C | 4 835 |
| | | | | T _{PR} | 669 |
| | | | | V _C | 10 443 |
| | | | | V _{PR} | 1 173 |
| | | | | LC | 1 188 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 40 de 72 |



| N5SAT | | | | | |
|----------|---------------------------|----------------|---|---------------------|--------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 1 | VENTO TRANSVERSAL EXTREMO | 73 | $G_T S_{T1} C_{XT1}$ | Tc | 31 471 |
| | | | | T_{PR} | 4 296 |
| | | | | Vc | 10 443 |
| | | | | V_{PR} | 1 173 |
| | | | | Lc | 3 684 |
| | | | | $L_{PR1} = L_{PR2}$ | 668 |
| 2 | VENTO EXTREMO A 15° | 77 | $G_T (0.933 S_{T1} C_{XT1} + 0.067 S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 29 793 |
| | | | | T_{PR} | 4 056 |
| | | | | Vc | 10 443 |
| | | | | V_{PR} | 1 173 |
| | | | | Lc | 3 611 |
| | | | | $L_{PR1} = L_{PR2}$ | 606 |
| 3 | VENTO EXTREMO A 30° | 84 | $G_T (0.75 S_{T1} C_{XT1} + 0.25 S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 25 123 |
| | | | | T_{PR} | 3 416 |
| | | | | Vc | 10 443 |
| | | | | V_{PR} | 1 173 |
| | | | | Lc | 2 890 |
| | | | | $L_{PR1} = L_{PR2}$ | 446 |
| 4 | VENTO EXTREMO A 45° | 87 | $G_T (0.50 S_{T1} C_{XT1} + 0.50 S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 18 662 |
| | | | | T_{PR} | 2 506 |
| | | | | Vc | 10 443 |
| | | | | V_{PR} | 1 173 |
| | | | | Lc | 1 865 |

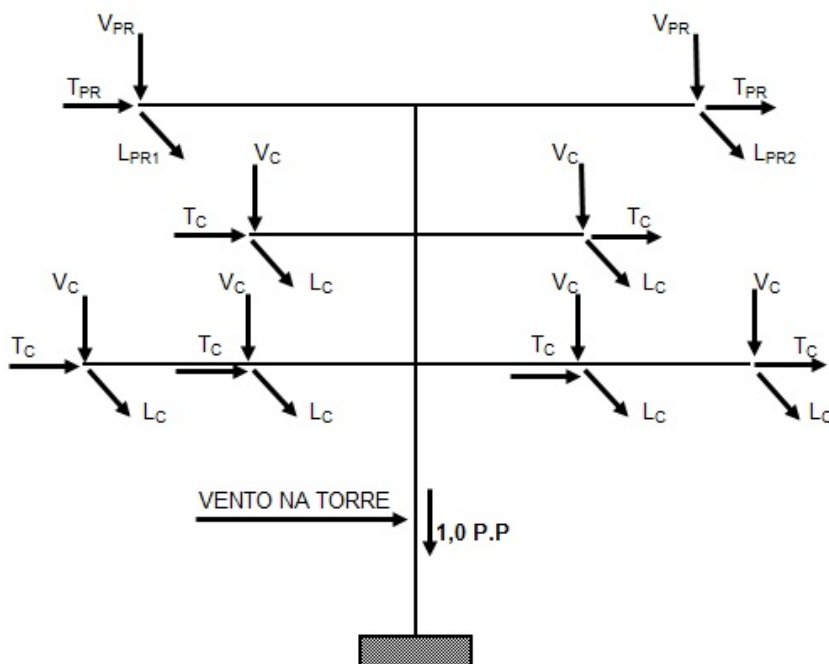
| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 41 de 72 |

| N5SAT | | | | | |
|----------|-----------------------------------|----------------|---|--------------------|--------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 228 |
| 5 | VENTO EXTREMO LONGITUDINAL | 73 | G _T S _{T2} C _{XT2} | T _C | 8 626 |
| | | | | T _{PR} | 1 194 |
| | | | | V _C | 10 443 |
| | | | | V _{PR} | 1 173 |
| | | | | L _C | 1 155 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |
| 6 | DESIQUILÍBRIO LONGITUDINAL | - | - | T _C | 5 176 |
| | | | | T _{PR} | 716 |
| | | | | V _C | 11 631 |
| | | | | V _{PR} | 1 463 |
| | | | | LC (Cabo rompido) | 12 890 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 1 784 |
| 7 | CONSTRUÇÃO E MONTAGEM | - | - | T _C | 11 904 |
| | | | | T _{PR} | 1 647 |
| | | | | V _C | 17 393 |
| | | | | V _{PR} | 2 260 |
| | | | | L _C | 841 |
| | | | | LPR (Cabo rompido) | 116 |
| 8 | VENTO DE TORMENTAS TRANSVERSAL | 187 | G _T S _{T1} C _{XT1} | T _C | 14 776 |
| | | | | T _{PR} | 1 852 |
| | | | | V _C | 10 443 |
| | | | | V _{PR} | 1 173 |
| | | | | L _C | 328 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 86 |
| 9 | VENTO DE TORMENTAS A 15° | 196 | G _T (0.933 S _{T1} C _{XT1} + 0.067 S _{T2} C _{XT2}) | T _C | 14 275 |
| | | | | T _{PR} | 1 785 |
| | | | | V _C | 10 443 |
| | | | | V _{PR} | 1 173 |
| | | | | L _C | 559 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 73 |
| 10 | VENTO DE TORMENTAS A 30° | 215 | GT (0.75 S _{T1} C _{XT1} + 0.25 S _{T2} C _{XT2}) | T _C | 12 975 |
| | | | | T _{PR} | 1 611 |
| | | | | V _C | 10 443 |
| | | | | V _{PR} | 1 173 |
| | | | | L _C | 778 |
| | | | | | |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 42 de 72 |

| N5SAT | | | | | |
|----------|--|----------------|---|-------------------------------------|--------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 50 |
| 11 | VENTO DE TORMENTAS A 45° | 224 | $G_T (0.50 S_{T1} C_{XT1} + 0.50 S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 11 370 |
| | | | | T _{PR} | 1 399 |
| | | | | V _C | 10 443 |
| | | | | V _{PR} | 1 173 |
| | | | | L _C | 1 017 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 50 |
| 12 | VENTO DE TORMENTAS LONTITUDINAL | 187 | $G_T S_{T2} C_{XT2}$ | T _C | 8 626 |
| | | | | T _{PR} | 1 194 |
| | | | | V _C | 10 443 |
| | | | | V _{PR} | 1 173 |
| | | | | L _C | 1 188 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 13 | VENTO EXTREMO TRANSVERSAL TERMINAL | 73 | $G_T S_{T1} C_{XT1}$ | T _C | 18 514 |
| | | | | T _{PR} | 2 563 |
| | | | | V _C | 8 504 |
| | | | | V _{PR} | 932 |
| | | | | L _C | 25 812 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 3 685 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 43 de 72 |



| N5DEL | | | | | |
|----------|---------------------------|----------------|---|-------------------------------------|-------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 1 | VENTO TRANSVERSAL EXTREMO | 73.5 | $G_T S_{T1} C_{XT1}$ | Tc | 8 534 |
| | | | | T _{PR} | 1 302 |
| | | | | Vc | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | Lc | 0 |
| | | | | L _{PR1} | 666 |
| | | | | L _{PR2} | 0 |
| 2 | VENTO EXTREMO A 15° | 77.2 | $G_T (0.933 S_{T1} C_{XT1} + 0.067 S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 7 980 |
| | | | | T _{PR} | 1 217 |
| | | | | Vc | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | Lc | 96 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 3 | VENTO EXTREMO A 30° | 84.5 | $G_T (0.75 S_{T1} C_{XT1} + 0.25 S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 6 464 |
| | | | | T _{PR} | 981 |
| | | | | Vc | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | Lc | 185 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 4 | VENTO EXTREMO A 45° | 44.1 | $G_T (S_{T1} C_{XT1} + S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 4 386 |
| | | | | T _{PR} | 658 |
| | | | | Vc | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | Lc | 261 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |

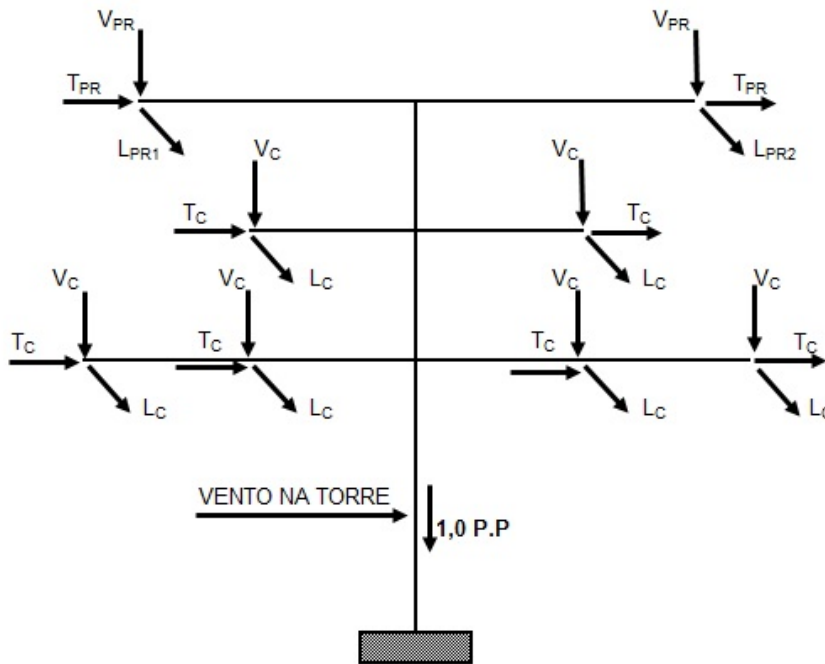
| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 44 de 72 |

| | | | | | |
|----|---------------------------------------|-------|---|-------------------------------------|-------|
| 5 | VENTO LONGITUDINAL EXTREMO | 73.5 | $G_T S_{T2} C_{XT2}$ | T _C | 163 |
| | | | | T _{PR} | 23 |
| | | | | V _C | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | LC | 369 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 6 | LONGITUDINAL EM QUALQUER FASE | - | - | T _C | 163 |
| | | | | T _{PR} | 23 |
| | | | | V _C | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | LC (Cabo rompido) | 6 258 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 7 | LONGITUDINAL EM QUALQUER PARA - RAIOS | - | - | T _C | 163 |
| | | | | T _{PR} | 23 |
| | | | | V _C | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | LC | 0 |
| | | | | L _{PR} (Cabo rompido) | 1 935 |
| 8 | CONSTRUÇÃO E MONTAGEM | - | - | T _C | 196 |
| | | | | T _{PR} | 27 |
| | | | | V _C | 9 347 |
| | | | | V _{PR} | 1 409 |
| | | | | LC | 841 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 116 |
| 9 | VENTO DE TORMENTAS TRANSVERSAL | 188.1 | $S_{T1} C_{XT1}$ | T _C | 2 952 |
| | | | | T _{PR} | 395 |
| | | | | V _C | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | LC | 0 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 10 | VENTO DE TORMENTAS A 15° | 197.5 | $(0.933 S_{T1} C_{XT1} + 0.067 S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 2 774 |
| | | | | T _{PR} | 369 |
| | | | | V _C | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | LC | 96 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 11 | VENTO DE TORMENTAS A 30° | 216.4 | $(0.75 S_{T1} C_{XT1} + 0.25 S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 0 |
| | | | | T _{PR} | 0 |
| | | | | V _C | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | LC | 186 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 45 de 72 |

| | | | | | |
|----|---------------------------------------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------|
| 12 | VENTO DE TORMENTAS A 45° | 112.9 | $(S_{T1} C_{XT1} + S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 1 617 |
| | | | | T _{PR} | 206 |
| | | | | Vc | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | Lc | 264 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 13 | VENTO DE TORMENTAS LONGITUDINAL | 188.1 | S _{T2} C _{XT2} | Tc | 163 |
| | | | | T _{PR} | 23 |
| | | | | Vc | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | Lc | 373 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 14 | CONTENÇÃO DE CASCATA | - | - | Tc | 163 |
| | | | | T _{PR} | 23 |
| | | | | Vc | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | Lc | 3 269 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 968 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 46 de 72 |



| N5DSL | | | | | |
|---------------------|---------------------------|----------------|---|---------------------|---------------------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 1 | VENTO TRANSVERSAL EXTREMO | 73.5 | $G_T S_{T1} C_{XT1}$ | T_C | 8 534 |
| | | | | T_{PR} | 1 302 |
| | | | | V_C | 5 377 |
| | | | | V_{PR} | 719 |
| | | | | L_C | 0 |
| | | | | L_{PR1} | 666 |
| | | | | L_{PR2} | 0 |
| 2 | VENTO EXTREMO A 15° | 77.2 | $G_T (0.933 S_{T1} C_{XT1} + 0.067 S_{T2} C_{XT2})$ | T_C | 7 980 |
| | | | | T_{PR} | 1 217 |
| | | | | V_C | 5 377 |
| | | | | V_{PR} | 719 |
| | | | | L_C | 96 |
| | | | | $L_{PR1} = L_{PR2}$ | 0 |
| | | | | 3 | VENTO EXTREMO A 30° |
| T_{PR} | 981 | | | | |
| V_C | 5 377 | | | | |
| V_{PR} | 719 | | | | |
| L_C | 185 | | | | |
| $L_{PR1} = L_{PR2}$ | 0 | | | | |
| 4 | VENTO EXTREMO A 45° | 44.1 | $G_T (S_{T1} C_{XT1} + S_{T2} C_{XT2})$ | | |
| | | | | T_{PR} | 658 |
| | | | | V_C | 5 377 |
| | | | | V_{PR} | 719 |
| | | | | L_C | 261 |
| | | | | $L_{PR1} = L_{PR2}$ | 0 |

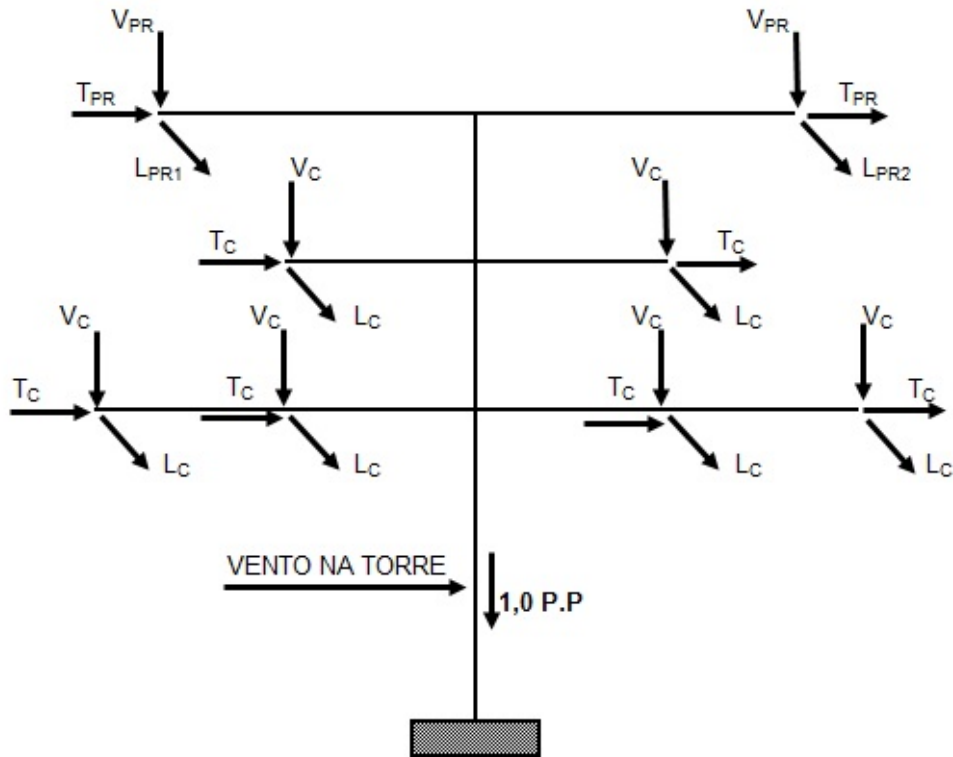
| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 47 de 72 |

| | | | | | |
|----|---------------------------------------|-------|---|-------------------------------------|-------|
| 5 | VENTO LONGITUDINAL EXTREMO | 73.5 | $G_T S_{T2} C_{XT2}$ | Tc | 163 |
| | | | | T _{PR} | 23 |
| | | | | Vc | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | Lc | 369 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 6 | LONGITUDINAL EM QUALQUER FASE | - | - | Tc | 163 |
| | | | | T _{PR} | 23 |
| | | | | Vc | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | Lc (Cabo rompido) | 6 258 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 7 | LONGITUDINAL EM QUALQUER PARA - RAIOS | - | - | Tc | 163 |
| | | | | T _{PR} | 23 |
| | | | | Vc | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | Lc | 0 |
| | | | | L _{PR} (Cabo rompido) | 1 935 |
| 8 | CONSTRUÇÃO E MONTAGEM | - | - | Tc | 196 |
| | | | | T _{PR} | 27 |
| | | | | Vc | 9 347 |
| | | | | V _{PR} | 1 409 |
| | | | | Lc | 841 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 116 |
| 9 | VENTO DE TORMENTAS TRANSVERSAL | 188.1 | $S_{T1} C_{XT1}$ | Tc | 2 952 |
| | | | | T _{PR} | 395 |
| | | | | Vc | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | Lc | 0 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 10 | VENTO DE TORMENTAS A 15° | 197.5 | $(0.933 S_{T1} C_{XT1} + 0.067 S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 2 774 |
| | | | | T _{PR} | 369 |
| | | | | Vc | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | Lc | 96 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 11 | VENTO DE TORMENTAS A 30° | 216.4 | $(0.75 S_{T1} C_{XT1} + 0.25 S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 0 |
| | | | | T _{PR} | 0 |
| | | | | Vc | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | Lc | 186 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 48 de 72 |

| | | | | | |
|----|---------------------------------------|-----------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------|
| 12 | VENTO DE TORMENTAS A 45° | 112. 9 | $(S_{T1} C_{XT1} + S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 1 617 |
| | | | | T _{PR} | 206 |
| | | | | Vc | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | Lc | 264 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 13 | VENTO DE TORMENTAS LONGITUDINAL | 188. 1 | S _{T2} C _{XT2} | Tc | 163 |
| | | | | T _{PR} | 23 |
| | | | | Vc | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | Lc | 373 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 14 | CONTENÇÃO DE CASCATA | - | - | Tc | 163 |
| | | | | T _{PR} | 23 |
| | | | | Vc | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | Lc | 3 269 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 968 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 49 de 72 |



| N5DSP | | | | | |
|----------|---------------------------------------|----------------|---|-------------------------------------|--------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 1 | VENTO TRANSVERSAL EXTREMO | 73.5 | G _T S _{T1} C _{XT1} | T _C | 12 987 |
| | | | | T _{PR1} = T _{PR2} | 2 012 |
| | | | | V _C | 9 572 |
| | | | | V _{PR1} = V _{PR2} | 1 282 |
| | | | | L _C | 0 |
| | | | | L _{PR1} | 666 |
| | | | | L _{PR2} | 0 |
| 1.1 | VENTO TRANSVERSAL EXTREMO - TRANSIÇÃO | 73.5 | G _T S _{T1} C _{XT1} | T _C | 9 276 |
| | | | | T _{PR1} | 1 189 |
| | | | | T _{PR2} | 1 289 |
| | | | | V _C | 9 572 |
| | | | | V _{PR1} | 1 050 |
| | | | | V _{PR2} | 1 456 |
| | | | | L _C | 0 |
| | | | | L _{PR1} | 2 121 |
| | | | | L _{PR2} | 611 |
| 2 | VENTO EXTREMO A 15° | 77.2 | G _T (0.933 S _{T1} C _{XT1} + 0.067 S _{T2} C _{XT2}) | T _C | 12 156 |
| | | | | T _{PR1} = T _{PR2} | 1 890 |
| | | | | V _C | 9 572 |
| | | | | V _{PR1} = V _{PR2} | 1 282 |

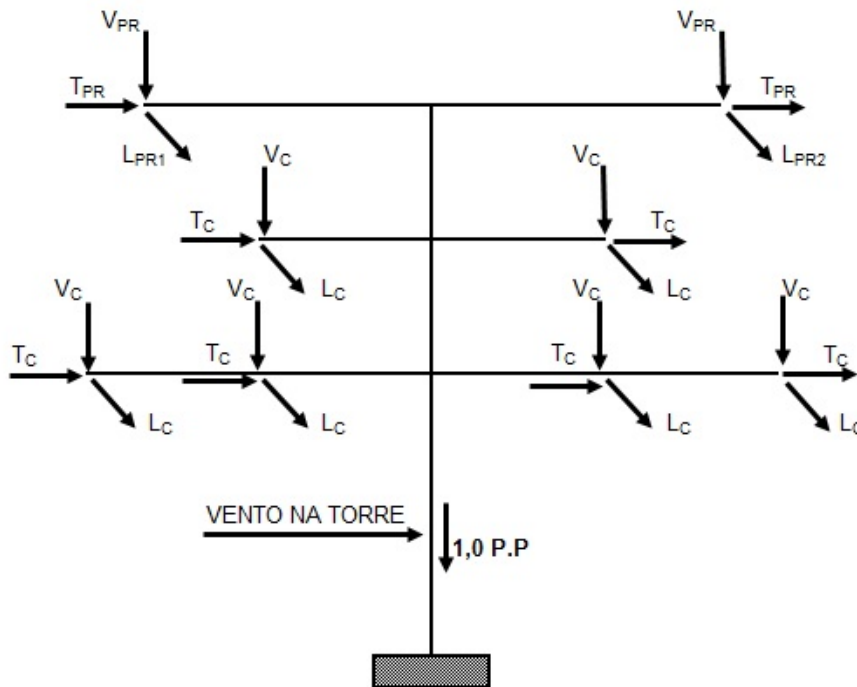
| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 50 de 72 |

| | | | | | |
|---|---|-------|---|---------------------|-----------|
| | | | | Lc | 96 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |
| 3 | VENTO EXTREMO A 30° | 84.5 | $G_T (0.75 S_{T1} C_{XT1} + 0.25 S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 9 886 |
| | | | | $T_{PR1} = T_{PR2}$ | 1 533 |
| | | | | Vc | 9 572 |
| | | | | $V_{PR1} = V_{PR2}$ | 1 282 |
| | | | | Lc | 185 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |
| 4 | VENTO EXTREMO A 45° | 44.1 | $G_T (S_{T1} C_{XT1} + S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 6 784 |
| | | | | $T_{PR1} = T_{PR2}$ | 1 043 |
| | | | | Vc | 9 572 |
| | | | | $V_{PR1} = V_{PR2}$ | 1 282 |
| | | | | Lc | 261 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |
| 5 | VENTO LONGITUDINAL EXTREMO | 73.5 | $G_T S_{T2} C_{XT2}$ | Tc | 815 |
| | | | | $T_{PR1} = T_{PR2}$ | 113 |
| | | | | Vc | 9 572 |
| | | | | $V_{PR1} = V_{PR2}$ | 1 282 |
| | | | | Lc | 369 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |
| 6 | LONGITUDINAL EM QUALQUER FASE | - | - | Tc | 815 |
| | | | | $T_{PR1} = T_{PR2}$ | 113 |
| | | | | Vc | 9 572 |
| | | | | $V_{PR1} = V_{PR2}$ | 1 282 |
| | | | | Lc (Cabo rompido) | 6 258 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |
| 7 | LONGITUDINAL EM QUALQUER PARA - RAIOS | - | - | Tc | 815 |
| | | | | $T_{PR1} = T_{PR2}$ | 113 |
| | | | | Vc | 9 572 |
| | | | | $V_{PR1} = V_{PR2}$ | 1 282 |
| | | | | Lc | 0 |
| | | | | LPR (Cabo rompido) | 1 935 |
| 8 | CONSTRUÇÃO E MONTAGEM | - | - | Tc | 1 124 |
| | | | | $T_{PR1} = T_{PR2}$ | 155 |
| | | | | Vc | 11 864 |
| | | | | $V_{PR1} = V_{PR2}$ | 1 747 |
| | | | | Lc | 841 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 116 |
| 9 | VENTO DE TORMENTAS TRANSVERSAL | 188.1 | $S_{T1} C_{XT1}$ | Tc | 4 589 |
| | | | | $T_{PR1} = T_{PR2}$ | 644 |
| | | | | Vc | 9 572 |
| | | | | $V_{PR1} = V_{PR2}$ | 1 282 |
| | | | | Lc | 0 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 51 de 72 |

| | | | | | |
|----|---------------------------------------|-------|---|---------------------|-------|
| 10 | VENTO DE TORMENTAS A 15° | 197.5 | $(0.933 S_{T1} C_{XT1} + 0.067 S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 4 332 |
| | | | | $T_{PR1} = T_{PR2}$ | 606 |
| | | | | Vc | 9 572 |
| | | | | $V_{PR1} = V_{PR2}$ | 1 282 |
| | | | | Lc | 96 |
| | | | | $L_{PR1} = L_{PR2}$ | 0 |
| 11 | VENTO DE TORMENTAS A 30° | 216.4 | $(0.75 S_{T1} C_{XT1} + 0.25 S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 3 634 |
| | | | | $T_{PR1} = T_{PR2}$ | 503 |
| | | | | Vc | 9 572 |
| | | | | $V_{PR1} = V_{PR2}$ | 1 282 |
| | | | | Lc | 186 |
| | | | | $L_{PR1} = L_{PR2}$ | 0 |
| 12 | VENTO DE TORMENTAS A 45° | 112.9 | $(S_{T1} C_{XT1} + S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 2 688 |
| | | | | $T_{PR1} = T_{PR2}$ | 365 |
| | | | | Vc | 9 572 |
| | | | | $V_{PR1} = V_{PR2}$ | 1 282 |
| | | | | Lc | 264 |
| | | | | $L_{PR1} = L_{PR2}$ | 0 |
| 13 | VENTO DE TORMENTAS LONGITUDINAL | 188.1 | $S_{T2} C_{XT2}$ | Tc | 815 |
| | | | | $T_{PR1} = T_{PR2}$ | 113 |
| | | | | Vc | 9 572 |
| | | | | $V_{PR1} = V_{PR2}$ | 1 282 |
| | | | | Lc | 373 |
| | | | | $L_{PR1} = L_{PR2}$ | 0 |
| 14 | CONTENÇÃO DE CASCATA | - | - | Tc | 815 |
| | | | | $T_{PR1} = T_{PR2}$ | 113 |
| | | | | Vc | 9 572 |
| | | | | $V_{PR1} = V_{PR2}$ | 1 282 |
| | | | | Lc | 3 269 |
| | | | | $L_{PR1} = L_{PR2}$ | 968 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 52 de 72 |



| N5DAA | | | | | |
|----------|---------------------------|----------------|---|-----------------|--------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 1 | VENTO TRANSVERSAL EXTREMO | 73.5 | $G_T S_{T1} C_{XT1}$ | Tc | 19 240 |
| | | | | T _{PR} | 2 876 |
| | | | | Vc | 8 633 |
| | | | | V _{PR} | 1 012 |
| | | | | Lc | 3 076 |
| | | | | L _{PR} | 666 |
| 2 | VENTO EXTREMO A 15° | 77.2 | $G_T (0.933 S_{T1} C_{XT1} + 0.067 S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 18 165 |
| | | | | T _{PR} | 2 704 |
| | | | | Vc | 8 633 |
| | | | | V _{PR} | 1 012 |
| | | | | Lc | 3 160 |
| | | | | L _{PR} | 601 |
| 3 | VENTO EXTREMO A 30° | 84.5 | $G_T (0.75 S_{T1} C_{XT1} + 0.25 S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 15 228 |
| | | | | T _{PR} | 2 251 |
| | | | | Vc | 8 633 |
| | | | | V _{PR} | 1 012 |
| | | | | Lc | 2 688 |
| | | | | L _{PR} | 437 |
| 4 | VENTO EXTREMO A 45° | 44.1 | $G_T (S_{T1} C_{XT1} + S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 11 219 |
| | | | | T _{PR} | 1 628 |
| | | | | Vc | 8 633 |
| | | | | V _{PR} | 1 012 |
| | | | | Lc | 1 985 |
| | | | | L _{PR} | 227 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 53 de 72 |

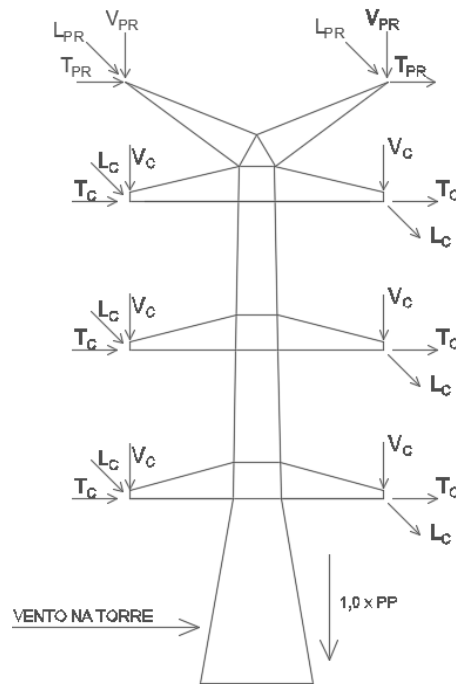
| | | | | | |
|----|--------------------------------|-------|---|-----------------|--------|
| 5 | VENTO LONGITUDINAL EXTREMO | 73.5 | $G_T S_{T2} C_{XT2}$ | T _C | 4 835 |
| | | | | T _{PR} | 668 |
| | | | | V _C | 8 633 |
| | | | | V _{PR} | 1 012 |
| | | | | L _C | 1 591 |
| | | | | L _{PR} | 0 |
| 6 | DESEQUILÍBRIO LONGITUDINAL | - | - | T _C | 3 336 |
| | | | | T _{PR} | 461 |
| | | | | V _C | 9 861 |
| | | | | V _{PR} | 1 305 |
| | | | | L _C | 12 889 |
| | | | | L _{PR} | 1 780 |
| 7 | VERTICAL DE CONSTRUÇÃO | - | - | T _C | 6 672 |
| | | | | T _{PR} | 921 |
| | | | | V _C | 15 075 |
| | | | | V _{PR} | 2 038 |
| | | | | L _C | 841 |
| | | | | L _{PR} | 116 |
| 8 | VENTO DE TORMENTAS TRANSVERSAL | 188.1 | $S_{T1} C_{XT1}$ | T _C | 9 010 |
| | | | | T _{PR} | 1 124 |
| | | | | V _C | 8 633 |
| | | | | V _{PR} | 1 012 |
| | | | | L _C | 252 |
| | | | | L _{PR} | 78 |
| 9 | VENTO DE TORMENTAS A 15° | 197.5 | $(0.933 S_{T1} C_{XT1} + 0.067 S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 8 688 |
| | | | | T _{PR} | 1 079 |
| | | | | V _C | 8 633 |
| | | | | V _{PR} | 1 012 |
| | | | | L _C | 620 |
| | | | | L _{PR} | 67 |
| 10 | VENTO DE TORMENTAS A 30° | 216.4 | $(0.75 S_{T1} C_{XT1} + 0.25 S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 7 832 |
| | | | | T _{PR} | 961 |
| | | | | V _C | 8 633 |
| | | | | V _{PR} | 1 012 |
| | | | | L _C | 1 003 |
| | | | | L _{PR} | 50 |
| 11 | VENTO DE TORMENTAS A 45° | 112.9 | $(S_{T1} C_{XT1} + S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 6 714 |
| | | | | T _{PR} | 814 |
| | | | | V _C | 8 633 |
| | | | | V _{PR} | 1 012 |
| | | | | L _C | 1 336 |
| | | | | L _{PR} | 50 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 54 de 72 |

EKTT 1Serviços de Transmissão de
Energia Elétrica SPE S.A.

| | | | | | |
|----|---------------------------------------|-------|----------|-----------------|-------|
| 12 | VENTO DE TORMENTAS LONGITUDINAL | 188.1 | ST2 CXT2 | Tc | 4 835 |
| | | | | T _{PR} | 668 |
| | | | | Vc | 8 633 |
| | | | | V _{PR} | 1 012 |
| | | | | Lc | 1 606 |
| | | | | L _{PR} | 0 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 55 de 72 |



| N5DAT | | | | | |
|----------|---------------------------|----------------|---|--------------|--------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 1 | VENTO TRANSVERSAL EXTREMO | 73.5 | $G_T S_{T1} C_{XT1}$ | T_C | 28 422 |
| | | | | T_{PR} | 4 388 |
| | | | | V_C | 8 633 |
| | | | | V_{PR} | 1 012 |
| | | | | L_C | 3 076 |
| | | | | L_{PR} | 666 |
| 2 | VENTO EXTREMO A 15° | 77.2 | $G_T (0.933 S_{T1} C_{XT1} + 0.067 S_{T2} C_{XT2})$ | T_C | 26 858 |
| | | | | T_{PR} | 4 131 |
| | | | | V_C | 8 633 |
| | | | | V_{PR} | 1 012 |
| | | | | L_C | 3 160 |
| | | | | L_{PR} | 601 |
| 3 | VENTO EXTREMO A 30° | 84.5 | $G_T (0.75 S_{T1} C_{XT1} + 0.25 S_{T2} C_{XT2})$ | T_C | 22 595 |
| | | | | T_{PR} | 3 458 |
| | | | | V_C | 8 633 |
| | | | | V_{PR} | 1 012 |
| | | | | L_C | 2 688 |
| | | | | L_{PR} | 437 |
| 4 | VENTO EXTREMO A 45° | 44.1 | $G_T (S_{T1} C_{XT1} + S_{T2} C_{XT2})$ | T_C | 16 805 |
| | | | | T_{PR} | 2 533 |
| | | | | V_C | 8 633 |
| | | | | V_{PR} | 1 012 |
| | | | | L_C | 1 985 |
| | | | | L_{PR} | 227 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 56 de 72 |

| | | | | | |
|----|--------------------------------|-------|---|-----------------|--------|
| 5 | VENTO LONGITUDINAL EXTREMO | 73.5 | $G_T S_{T2} C_{XT2}$ | Tc | 8 625 |
| | | | | T _{PR} | 1 191 |
| | | | | Vc | 8 633 |
| | | | | V _{PR} | 1 012 |
| | | | | Lc | 1 591 |
| | | | | L _{PR} | 0 |
| 6 | DESEQUILÍBRIO LONGITUDINAL | - | - | Tc | 5 175 |
| | | | | T _{PR} | 715 |
| | | | | Vc | 9 861 |
| | | | | V _{PR} | 1 305 |
| | | | | Lc | 12 889 |
| | | | | L _{PR} | 1 780 |
| 7 | VERTICAL DE CONSTRUÇÃO | - | - | Tc | 11 903 |
| | | | | T _{PR} | 1 644 |
| | | | | Vc | 15 075 |
| | | | | V _{PR} | 2 038 |
| | | | | Lc | 841 |
| | | | | L _{PR} | 116 |
| 8 | VENTO DE TORMENTAS TRANSVERSAL | 188.1 | $S_{T1} C_{XT1}$ | Tc | 13 382 |
| | | | | T _{PR} | 1 786 |
| | | | | Vc | 8 633 |
| | | | | V _{PR} | 1 012 |
| | | | | Lc | 252 |
| | | | | L _{PR} | 78 |
| 9 | VENTO DE TORMENTAS A 15° | 197.5 | $(0.933 S_{T1} C_{XT1} + 0.067 S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 12 946 |
| | | | | T _{PR} | 1 720 |
| | | | | Vc | 8 633 |
| | | | | V _{PR} | 1 012 |
| | | | | Lc | 620 |
| | | | | L _{PR} | 67 |
| 10 | VENTO DE TORMENTAS A 30° | 216.4 | $(0.75 S_{T1} C_{XT1} + 0.25 S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 11 808 |
| | | | | T _{PR} | 1 550 |
| | | | | Vc | 8 633 |
| | | | | V _{PR} | 1 012 |
| | | | | Lc | 1 003 |
| | | | | L _{PR} | 50 |
| 11 | VENTO DE TORMENTAS A 45° | 112.9 | $(S_{T1} C_{XT1} + S_{T2} C_{XT2})$ | Tc | 10 372 |
| | | | | T _{PR} | 1 342 |
| | | | | Vc | 8 633 |
| | | | | V _{PR} | 1 012 |
| | | | | Lc | 1 336 |
| | | | | L _{PR} | 50 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 57 de 72 |

| | | | | | |
|----|--|-------|---|-----------------|--------|
| 12 | VENTO DE TORMENTAS LONGITUDINAL | 188.1 | S _{T2} C _{XT2} | T _C | 8 625 |
| | | | | T _{PR} | 1 191 |
| | | | | V _C | 8 633 |
| | | | | V _{PR} | 1 012 |
| | | | | L _C | 1 606 |
| | | | | L _{PR} | 0 |
| 13 | VENTO EXTREMO TRANSVERSAL - TERMINAL | 73.5 | G _T S _{T1} C _{XT1} | T _C | 19 626 |
| | | | | T _{PR} | 2 521 |
| | | | | V _C | 7 435 |
| | | | | V _{PR} | 851 |
| | | | | L _C | 22 624 |
| | | | | L _{PR} | 3 726 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 58 de 72 |

Estruturas Autoportantes de Ancoragem em Ângulo e Terminal:

Notas:

- 1) As hipóteses 6 e 7 devem ser verificadas para as seguintes combinações de cargas atuando simultaneamente:
 - a) Cargas aplicadas apenas nas mísulas dos cabos para-raios;
 - b) Cargas aplicadas nas mísulas dos cabos para-raios e em todas as combinações possíveis de uma ou duas fases;
 - c) Cargas aplicadas nas mísulas dos cabos para-raios e nas três fases.
- 2) Hipóteses 1 a 5 e 8 a 12
 - a) Cargas transversais 2/3 em uma face, 1/3 na outra face.
 - b) Cargas verticais 3/4 em uma face, 1/4 na outra face, ou 3/4 aplicados em uma face no sentido inverso (arrancamento), combinados com 1/4 do vertical normal na outra face, tendo como resultante carga de arrancamento igual a 50% do vertical.
 - c) Cargas longitudinais 100% na face que resultar na condição de carregamento mais desfavorável.
- 3) Todos os pontos de fixação das cadeias de passagem devem resistir às cargas verticais da hipótese 7.
- 4) Na hipótese 13 da torre terminal todas as cargas devem ser aplicadas em uma face.

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 59 de 72 |

ANEXO 4 - SILHUETAS DAS ESTRUTURAS

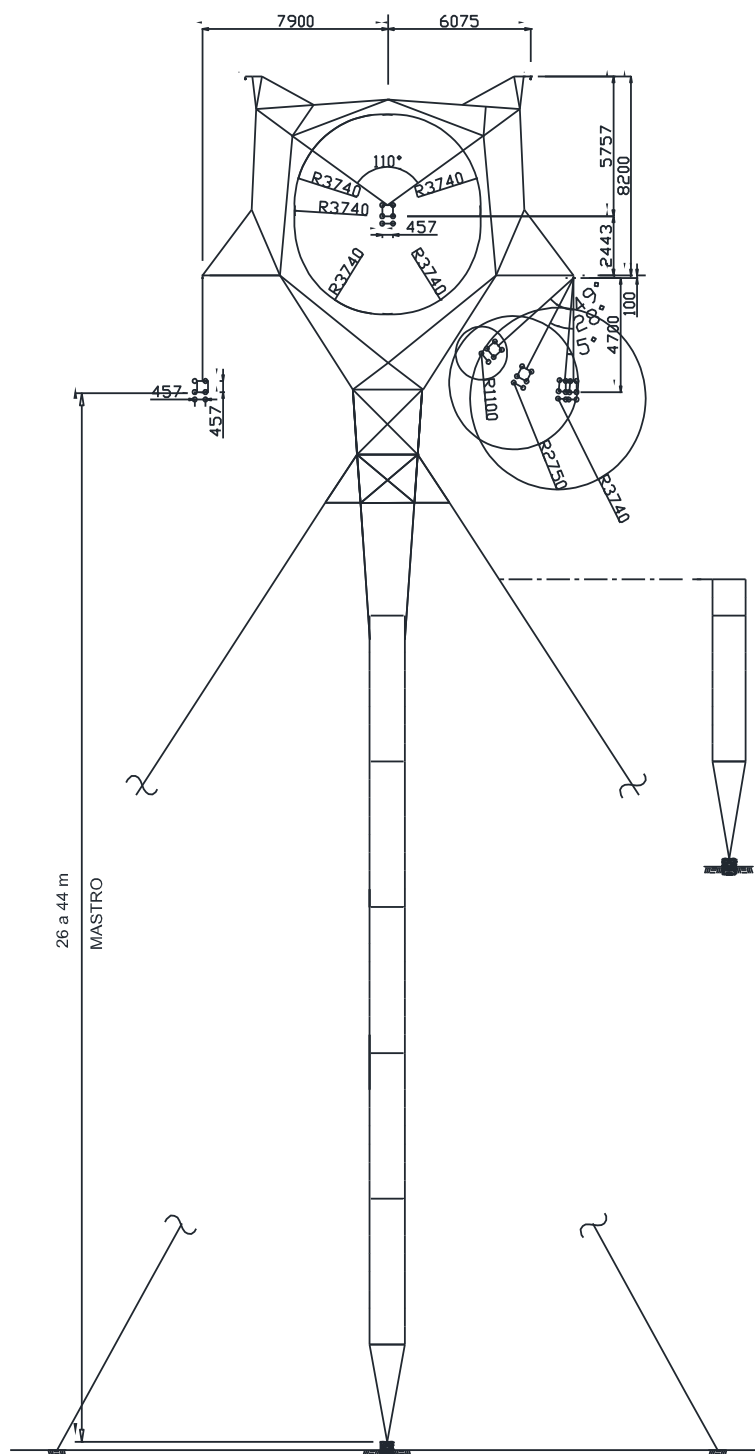
| | |
|--|--------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 Folha 60 de 72 |

Notas:

- 1) Todas as dimensões estão em milímetro, exceto onde indicado.
- 2) O projeto das estruturas deverá obedecer às seguintes dimensões, conforme mostrado nos desenhos de configuração geométrica:
 - a) Configuração do feixe de condutores e comprimento da cadeia;
 - b) Distâncias elétricas e respectivos ângulos de balanço;
 - c) Espaçamento horizontal entre cabos para-raios;
 - d) Espaçamento vertical entre cabos para-raios e fase superior;
 - e) Espaçamentos horizontais entre fases;
 - f) Espaçamento vertical entre fases;
 - g) Alturas dos mastros, corpos básicos, extensões de corpo e pernas.

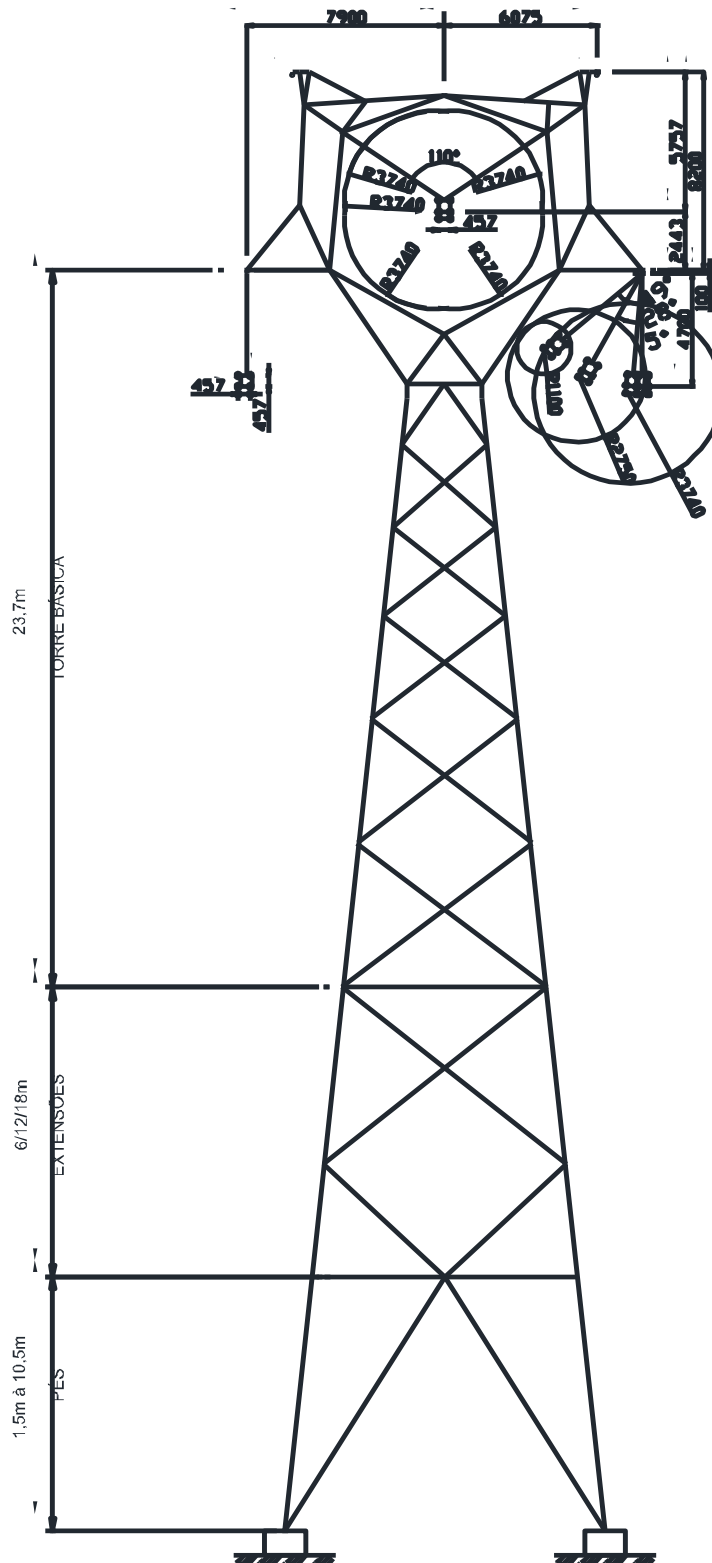
| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 61 de 72 |

N5SEL



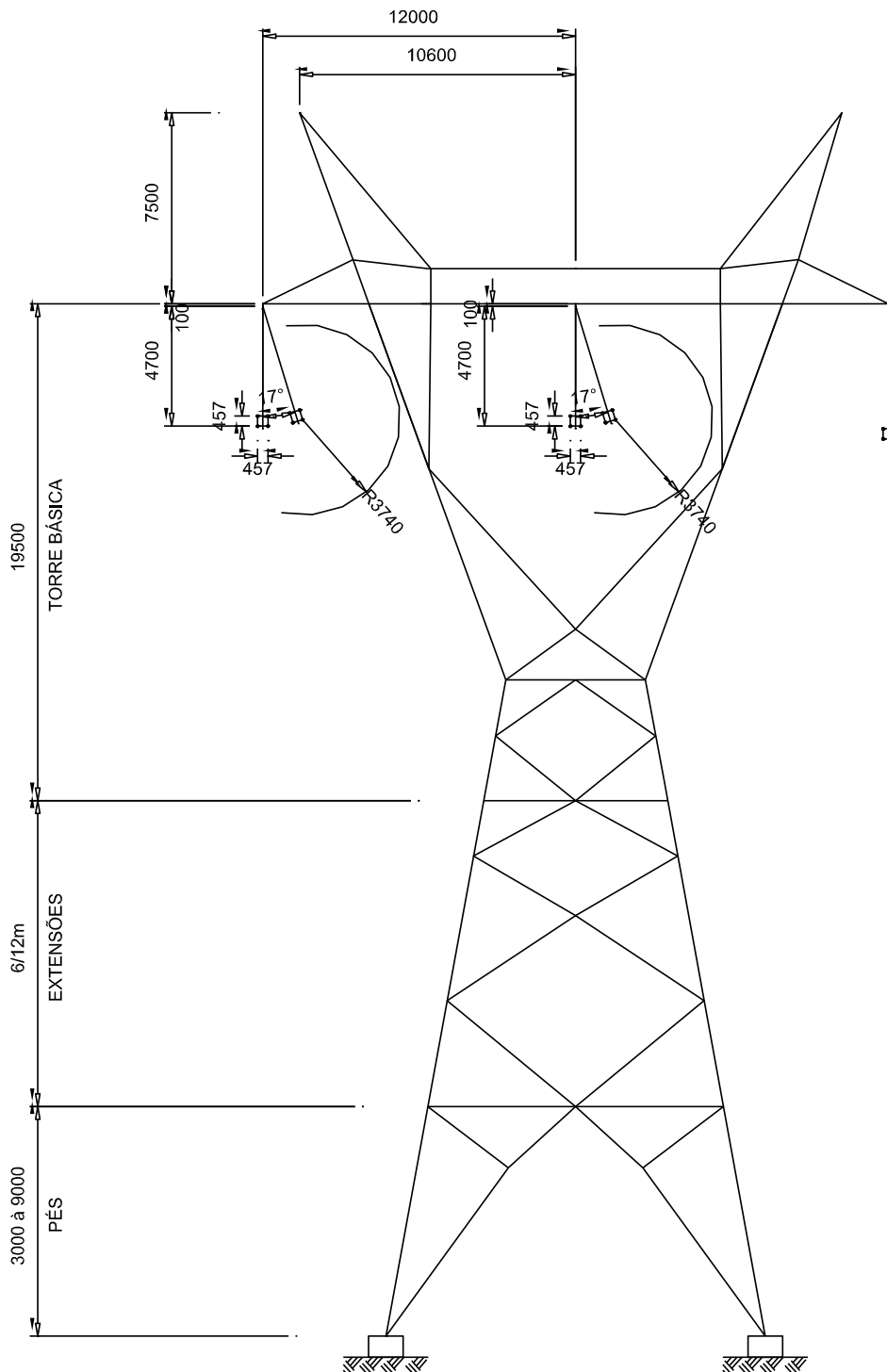
| | |
|--|--------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 Folha 62 de 72 |

N5SSL



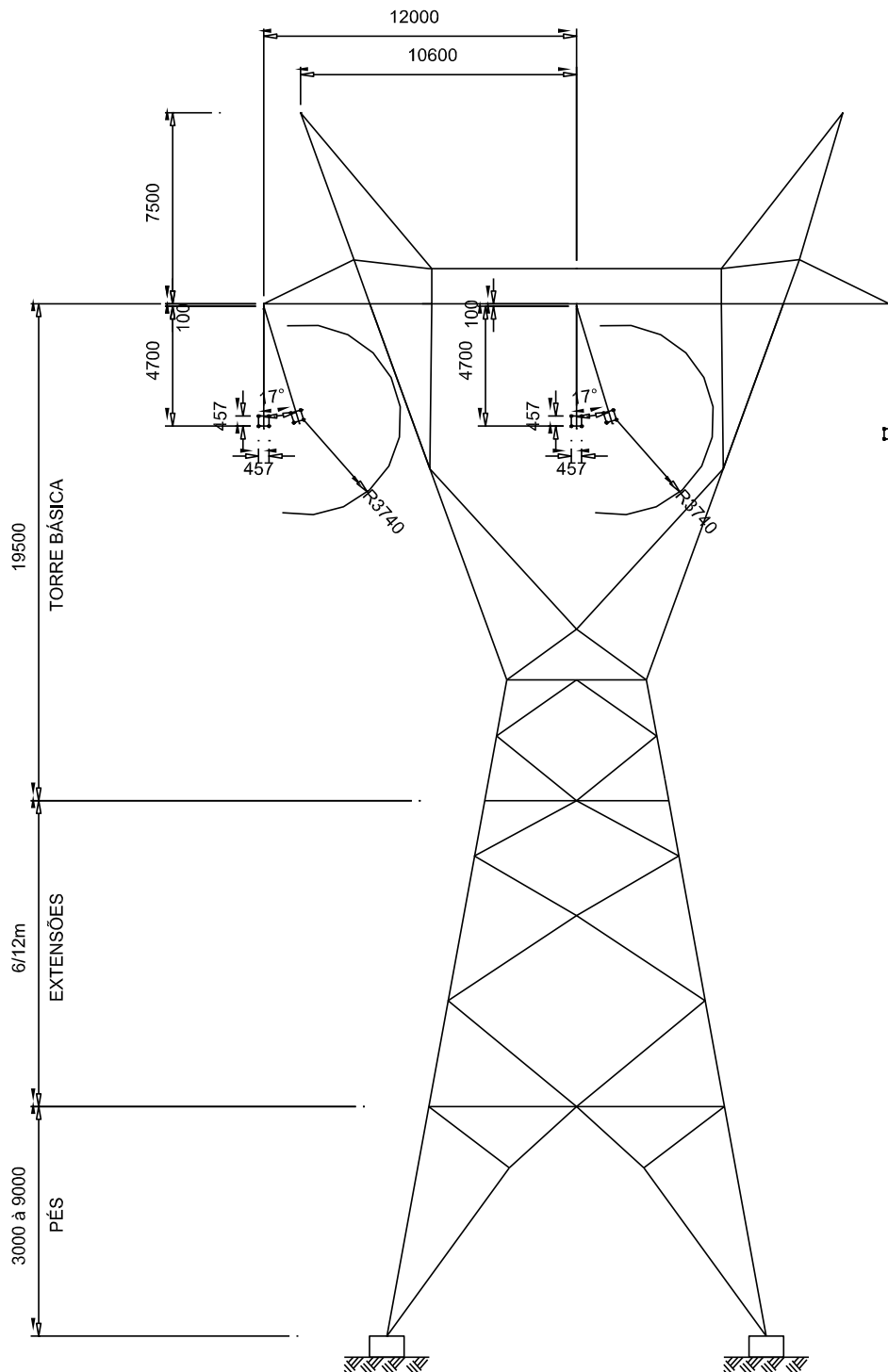
| | |
|--|--------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 Folha 63 de 72 |

N5SAA



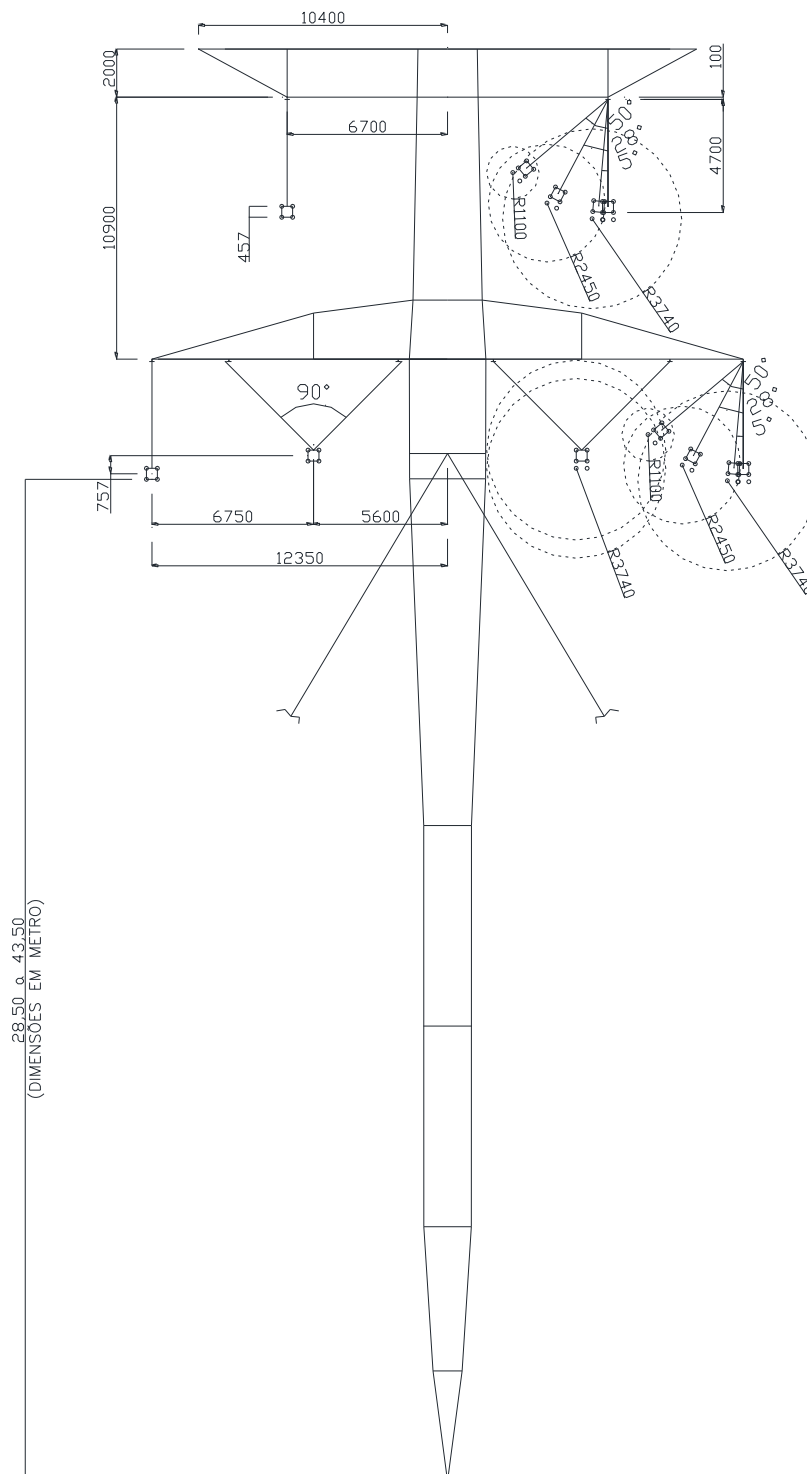
| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 66 de 72 |

N5SAT



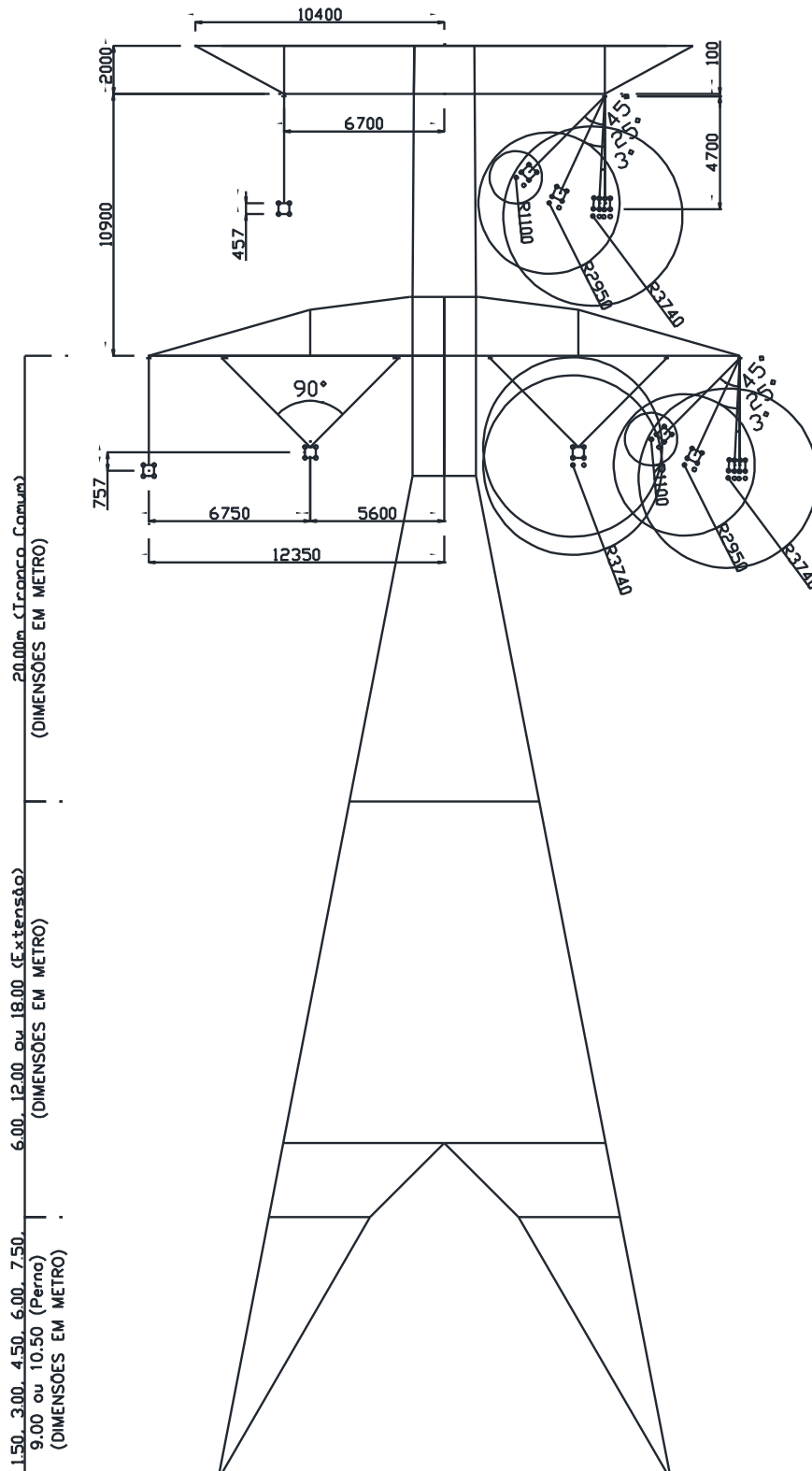
| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 67 de 72 |

N5DEL

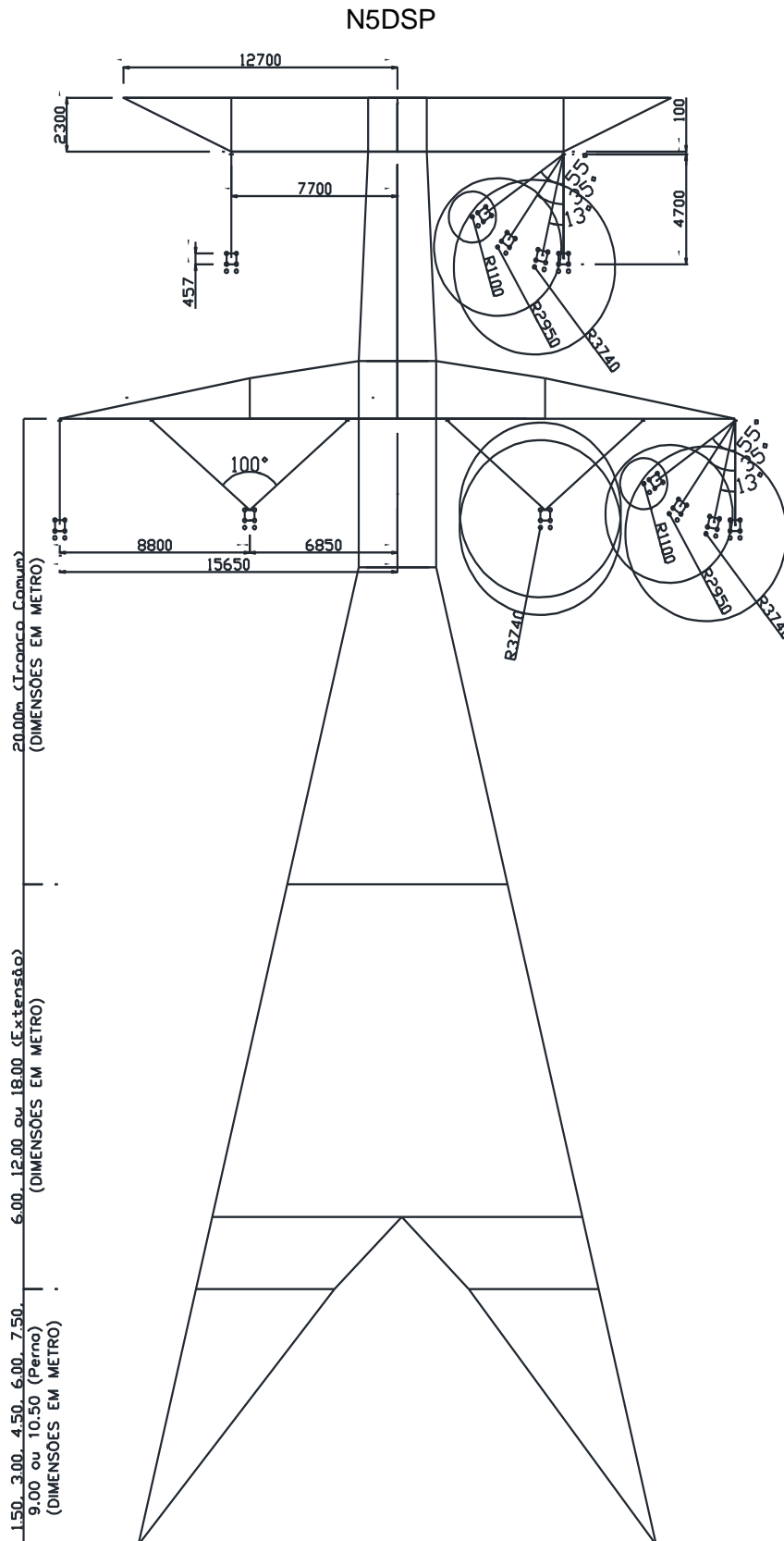


| | |
|--|--------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 Folha 68 de 72 |

N5DSL

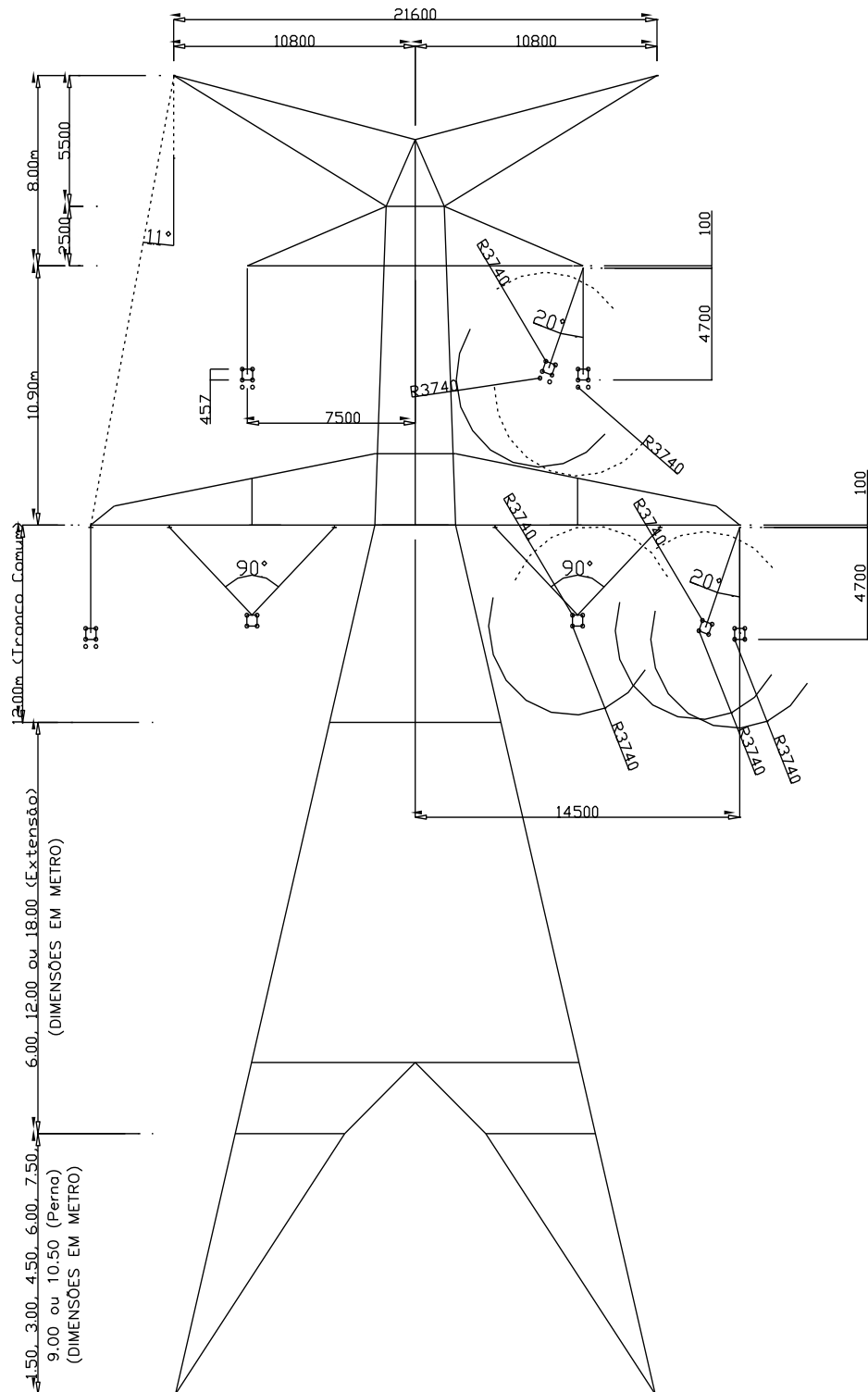


| | |
|--|--------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 Folha 69 de 72 |



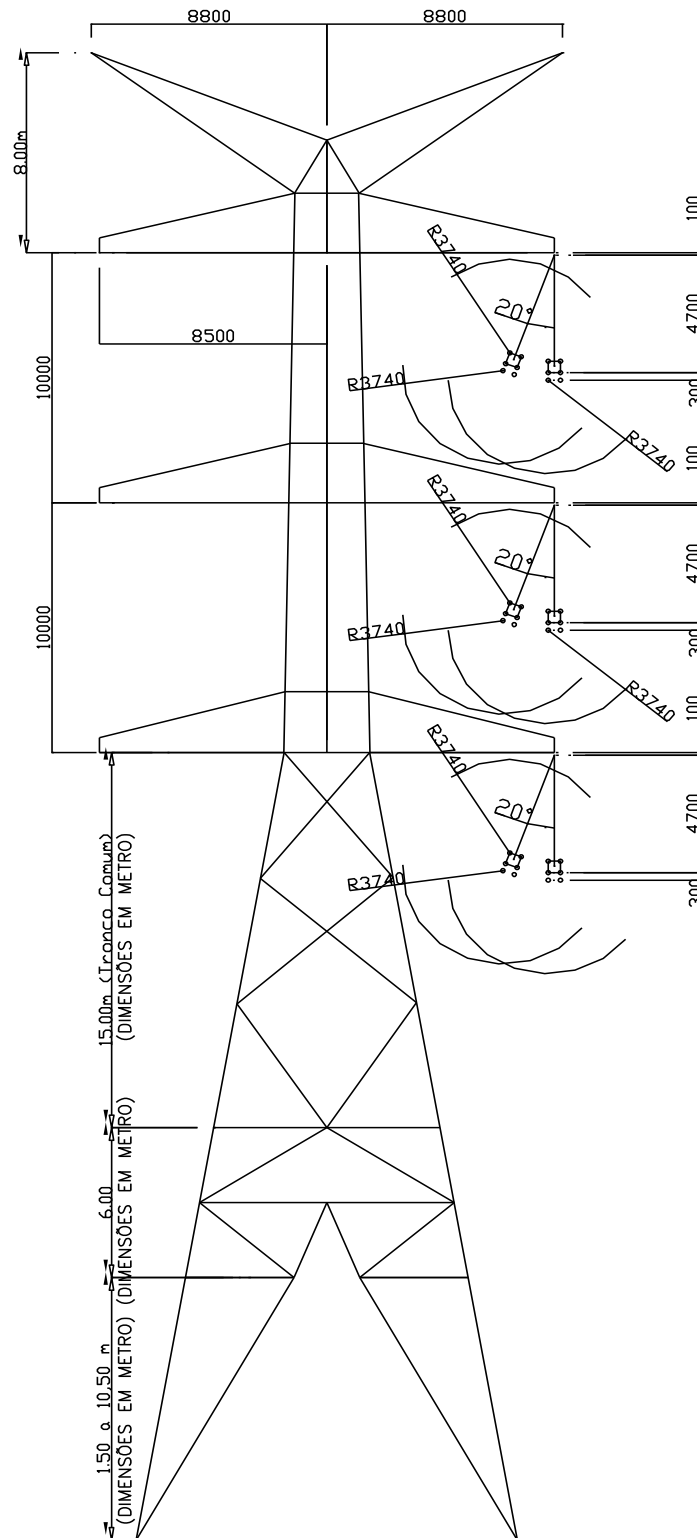
| | |
|--|--------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 Folha 70 de 72 |

N5DAA





| | |
|--|--------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 Folha 71 de 72 |

N5DAT



| | |
|--|--------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS E CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS E CD) E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS E CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | Rev. 0 Folha 72 de 72 |

| | | | | | |
|-------------|-------------|---|--------------|---------------|---------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 0 | 21/06/19 | Aprovado | VRA | KCAR | RJC |
| 0B | 18/06/19 | Revisão do Condutor para CAL-1120 1010 kcmil | VRA | KCAR | RJC |
| 0A | 15/04/19 | Emissão Inicial | VRA | KCAR | RJC |
| <i>Rev.</i> | <i>Data</i> | <i>Descrição</i> | <i>Elab.</i> | <i>Verif.</i> | <i>Aprov.</i> |

| | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|
| <p>EKTT 11 Serviços de Transmissão de Energia Elétrica SPE S.A.</p>  | | <p>Nome da Obra</p> <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> <p>Título do Documento:</p> <p>PROJETO BÁSICO – LOTE 1 - LEILÃO ANEEL nº 04/2018 LINHAS DE TRANSMISSÃO</p> <p>LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO</p> | | | |
|  | | <p>Elaborado VRA 15/04/19</p> <p>Verificado KCAR 15/04/19</p> <p>Aprovado RJC 15/04/19</p> <p>Responsável CFS 15/04/19</p> <p>CREA Nº 200011958-9</p> | | <p>Classe.Proj. Elétrica</p> <p>Situação. Projeto Básico</p> <p>Rev. 0 Folha 1/91</p> | |
| | | <p>Nº Documento: LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B</p> | | | |

| | | |
|----|--|----|
| 1 | OBJETIVO | 3 |
| 2 | CRITÉRIOS A SEREM ATENDIDOS | 3 |
| 3 | CRITÉRIO MECÂNICO | 4 |
| 4 | EFEITO CORONA..... | 13 |
| 5 | RÁDIO INTERFERÊNCIA | 15 |
| 6 | RUÍDO AUDÍVEL | 20 |
| 7 | CAMPO ELÉTRICO | 21 |
| 8 | CAMPO MAGNÉTICO | 24 |
| 9 | LARGURAS ADOTADAS PARA AS FAIXAS DE SERVIDÃO | 26 |
| 10 | REFERÊNCIAS..... | 26 |
| 11 | ANEXOS..... | 28 |
| | ANEXO 1 – RELATÓRIO DE SAÍDA – GRADIENTE SUPERFICIAL | 29 |
| | ANEXO 2 – RELATÓRIO DE SAÍDA – RÁDIO INTERFERÊNCIA | 36 |
| | ANEXO 3 – RELATÓRIO DE SAÍDA – RUÍDO AUDÍVEL | 43 |
| | ANEXO 4 – RELATÓRIOS DE SAÍDA – CAMPO ELÉTRICO | 48 |
| | ANEXO 5 – RELATÓRIOS DE SAÍDA – CAMPO MAGNÉTICO | 55 |
| 12 | FIGURAS..... | 68 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 2 de 91 |

1 OBJETIVO

Definir a faixa de servidão (faixa de segurança) a ser adotada no projeto das LTs 525 kV integrantes do Lote 01 do Edital de Leilão nº04/2018 da ANEEL. As linhas de transmissão 525 kV integrantes do Lote 01 são:

- a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul (CS) com 281,0 km⁽¹⁾;
- b) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 (CS) com 75,8 km⁽²⁾;
- c) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu (CS) com 72,2 km⁽²⁾;

(1) A linha de transmissão LT 525 kV Areia – Joinville Sul será construída com trecho em torres de circuito duplo, por 4 km, a partir da subestação Joinville Sul, com lançamento de apenas um circuito. O segundo circuito desse trecho, em circuito duplo, será implantado futuramente.

(2) As linhas de transmissão LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 e LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu serão construídas com trechos em torres de circuito duplo, cada uma, por 4 km, a partir da subestação Itajaí 2, com lançamento de apenas um circuito cada. Os segundos circuitos desses trechos, em circuito duplo, serão implantados futuramente.

2 CRITÉRIOS A SEREM ATENDIDOS

2.1 CRITÉRIO MECÂNICO

O subitem 7.6 da referência (8) especifica que a largura da faixa de servidão deve ser verificada para o balanço dos cabos sob ação de vento com período de retorno de, no mínimo, 50 anos e 30 segundos de período de integração.

2.2 CRITÉRIO ELÉTRICO

- a) Gradiente superficial: O gradiente superficial máximo deve ser limitado de modo a garantir que os condutores e ferragens associadas não apresentarão corona visual em 90% do tempo, para as condições atmosféricas predominantes nas regiões atravessadas pelas LTs.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 3 de 91 |

- b) Rádio interferência: Para o nível mínimo de sinal especificado pelo DENTEL a relação sinal/ruído, no limite da faixa de servidão, deve ser igual ou superior a 24 dB, para 50% das condições atmosféricas que ocorrem no ano.
- c) Ruído audível: Sob chuva fina (< 0,00148 mm/min) ou névoa com 4 horas de duração ou após 15 minutos de chuva o ruído audível no limite da faixa de servidão deve ser inferior ou, no máximo, igual a 58 dBA.
- d) Campo elétrico e campo magnético: Para o carregamento máximo do condutor para os regimes de operação (longa duração) e emergência (curta duração), no interior e no limite da faixa de servidão, a 1,5 m de altura do nível do solo, os níveis de referência para os campos elétricos e magnéticos são (6):

| | | Campo Elétrico (kV/m) | Campo Magnético (μT) |
|--|-----------|------------------------------|-----------------------------|
| Limite da Faixa Interior da Faixa | da | 4,17 | 200 |
| Interior da Faixa | da | 8,33 | 1000 |

Os critérios elétricos dos itens a até c acima devem ser verificados para a tensão máxima de operação da LT ($V_{m\acute{a}x}$), ou seja, 550 kV conforme Edital, sendo a tensão de 525 kV para o item d.

3 CRITÉRIO MECÂNICO

3.1 ÂNGULO DE BALANÇO DOS CABOS CONDUTORES

O ângulo de balanço está sendo calculado para vento com 50 anos de período de retorno e 30 segundos de período de integração. Os valores adotados para essa velocidade de vento e correspondente pressão atuando sobre os cabos constam da referência (2).

A metodologia adotada para o cálculo do ângulo de balanço é a constante do item 10.1.4.3 da referência (1), conforme reproduzido a seguir:

$$tg\beta = k \frac{q_o \cdot d}{p(V/H)}$$

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 4 de 91 |

Onde:

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS

| | | |
|----------------|--------------------------|--|
| d | 0,02934 m | diâmetro do condutor (CAL-1120) – 1010 kcmil |
| p | 1,405 kg/km | peso do condutor (CAL-1120) – 1010 kcmil |
| V/H | 0,7 | relação (vão de peso)/(vão de vento) típico |
| q _o | 102,7 kgf/m ² | item 13.2 da referência (2) |
| k | 0,299 | figura 7 da referência (1), para V=42,57 m/s (2) |
| tgβ = | 0,9161 | β = 42,49° |

b) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD

| | | |
|----------------|--------------------------|--|
| d | 0,02934 m | diâmetro do condutor (CAL-1120) – 1010 kcmil |
| p | 1,405 kg/km | peso do condutor (CAL-1120) – 1010 kcmil |
| V/H | 0,7 | relação (vão de peso)/(vão de vento) típico |
| q _o | 105,3 kgf/m ² | item 13.2 da referência (2) |
| k | 0,298 | figura 7 da referência (1), para V=43,10 m/s (2) |
| tgβ = | 0,9361 | β = 43,11° |

c) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS

| | | |
|----------------|--------------------------|--|
| d | 0,02934 m | diâmetro do condutor (CAL-1120) – 1010 kcmil |
| p | 1,405 kg/km | peso do condutor (CAL-1120) – 1010 kcmil |
| V/H | 0,7 | relação (vão de peso)/(vão de vento) típico |
| q _o | 110,5 kgf/m ² | item 13.2 da referência (2) |
| k | 0,299 | figura 7 da referência (1), para V=42,57 m/s (2) |
| tgβ = | 0,9856 | β = 44,59° |

d) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CD

| | | |
|----------------|--------------------------|--|
| d | 0,02934 m | diâmetro do condutor (CAL-1120) – 1010 kcmil |
| p | 1,405 kg/km | peso do condutor (CAL-1120) – 1010 kcmil |
| V/H | 0,7 | relação (vão de peso)/(vão de vento) típico |
| q _o | 113,2 kgf/m ² | item 13.2 da referência (2) |
| k | 0,298 | figura 7 da referência (1), para V=43,10 m/s (2) |
| tgβ = | 1,0063 | β = 45,18° |

e) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS

| | | |
|----------------|--------------------------|--|
| d | 0,02934 m | diâmetro do condutor (CAL-1120) – 1010 kcmil |
| p | 1,405 kg/km | peso do condutor (CAL-1120) – 1010 kcmil |
| V/H | 0,7 | relação (vão de peso)/(vão de vento) típico |
| q _o | 109,5 kgf/m ² | item 13.2 da referência (2) |
| k | 0,299 | figura 7 da referência (1), para V=42,57 m/s (2) |
| tgβ = | 0,9767 | β = 44,33° |

f) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CD

| | | |
|----------------|--------------------------|--|
| d | 0,02934 m | diâmetro do condutor (CAL-1120) – 1010 kcmil |
| p | 1,405 kg/km | peso do condutor (CAL-1120) – 1010 kcmil |
| V/H | 0,7 | relação (vão de peso)/(vão de vento) típico |
| q _o | 112,3 kgf/m ² | item 13.2 da referência (2) |
| k | 0,298 | figura 7 da referência (1), para V=43,10 m/s (2) |
| tgβ = | 0,9983 | β = 44,95° |

3.2 LARGURA DA FAIXA

Conhecido o ângulo de balanço dos cabos, a largura da faixa de servidão é determinada a seguir com base na metodologia estabelecida no capítulo 12 da referência (1):

$$L = 2 \times [b + (f + l) \times \text{sen}\beta + d]$$

Onde:

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS

| | | |
|-----------|-----------|---|
| L | | largura da faixa de servidão, em metros |
| b | = 7,9 m | distância da linha de centro da estrutura predominante ao ponto de fixação das fases |
| f | ≅ 21,28 m | flecha (final, com vento) do cabo condutor para o vão de 500m a 14°C, final, com vento 50 anos, 30 segundos |
| l | ≅ 4,70 m | comprimento da cadeia de isoladores e ferragens |
| β_c | = 42,49° | ângulo de balanço do condutor e da cadeia (item 3.1) |
| d | ≅ 3,67 m | distância, em metros, igual a $V_{\text{máx}}/150$ |

Tendo como resultado:

$$L = 2 (7,9 + (21,28 + 4,70) \text{sen } 42,49^\circ + 3,67)$$

$$L = 58,2370 \text{ m}$$

Para verificação do atendimento aos critérios elétricos (rádio interferência, ruído audível, campo elétrico e campo magnético) está sendo adotada uma faixa com largura de **60 metros**.

b) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD

| | | |
|---|-----------|---|
| L | | largura da faixa de servidão, em metros |
| b | = 12,35 m | distância da linha de centro da estrutura predominante ao ponto de fixação das fases |
| f | ≅ 21,34 m | flecha (final, com vento) do cabo condutor para o vão de 500m a 14°C, final, com vento 50 anos, 30 segundos |
| l | ≅ 4,70 m | comprimento da cadeia de isoladores e ferragens |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 7 de 91 |

$\beta_C = 43,11^\circ$ ângulo de balanço do condutor e da cadeia (item 3.1)

$d \cong 3,67$ m distância, em metros, igual a $V_{m\acute{a}x}/150$

Tendo como resultado:

$$L = 2 (12,35 + (21,34 + 4,70) \text{ sen } 43,11^\circ + 3,67)$$

$$L = 67,6315 \text{ m}$$

Para verificação do atendimento aos critérios elétricos (rádio interferência, ruído audível, campo elétrico e campo magnético) está sendo adotada uma faixa com largura de **68 metros**.

c) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS

L largura da faixa de servidão, em metros

$b = 7,9$ m distância da linha de centro da estrutura predominante ao ponto de fixação das fases

$f \cong 21,51$ m flecha (final, com vento) do cabo condutor para o vão de 500m a 17°C , final, com vento 50 anos, 30 segundos

$l \cong 4,70$ m comprimento da cadeia de isoladores e ferragens

$\beta_C = 44,59^\circ$ ângulo de balanço do condutor e da cadeia (item 3.1)

$d \cong 3,67$ m distância, em metros, igual a $V_{m\acute{a}x}/150$

Tendo como resultado:

$$L = 2 (7,9 + (21,51 + 4,70) \text{ sen } 44,59^\circ + 3,67)$$

$$L = 59,9403 \text{ m}$$

Para verificação do atendimento aos critérios elétricos (rádio interferência, ruído audível, campo elétrico e campo magnético) está sendo adotada uma faixa com largura de **60 metros**.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 8 de 91 |

d) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CD

| | | |
|-----------|-----------|---|
| L | | largura da faixa de servidão, em metros |
| b | = 12,35 m | distância da linha de centro da estrutura predominante ao ponto de fixação das fases |
| f | ≅ 21,57 m | flecha (final, com vento) do cabo condutor para o vão de 500m a 17°C, final, com vento 50 anos, 30 segundos |
| l | ≅ 4,70 m | comprimento da cadeia de isoladores e ferragens |
| β_C | = 45,18° | ângulo de balanço do condutor e da cadeia (item 3.1) |
| d | ≅ 3,67 m | distância, em metros, igual a $V_{m\acute{a}x}/150$ |

Tendo como resultado:

$$L = 2 (12,35 + (21,57 + 4,70) \text{ sen } 45,18^\circ + 3,67)$$

$$L = 69,3079 \text{ m}$$

Para verificação do atendimento aos critérios elétricos (rádio interferência, ruído audível, campo elétrico e campo magnético) está sendo adotada uma faixa com largura de **70 metros**.

e) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS

| | | |
|-----------|-----------|---|
| L | | largura da faixa de servidão, em metros |
| b | = 7,9 m | distância da linha de centro da estrutura predominante ao ponto de fixação das fases |
| f | ≅ 21,48 m | flecha (final, com vento) do cabo condutor para o vão de 500m a 16°C, final, com vento 50 anos, 30 segundos |
| l | ≅ 4,70 m | comprimento da cadeia de isoladores e ferragens |
| β_C | = 44,33° | ângulo de balanço do condutor e da cadeia (item 3.1) |
| d | ≅ 3,67 m | distância, em metros, igual a $V_{m\acute{a}x}/150$ |

Tendo como resultado:

$$L = 2 (7,9 + (21,48 + 4,70) \text{ sen } 44,33^\circ + 3,67)$$

$$L = 59,7286 \text{ m}$$

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 9 de 91 |

Para verificação do atendimento aos critérios elétricos (rádio interferência, ruído audível, campo elétrico e campo magnético) está sendo adotada uma faixa com largura de **60 metros**.

f) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CD

| | | |
|-----------|-----------|---|
| L | | largura da faixa de servidão, em metros |
| b | = 12,35 m | distância da linha de centro da estrutura predominante ao ponto de fixação das fases |
| f | ≅ 21,55 m | flecha (final, com vento) do cabo condutor para o vão de 500m a 16°C, final, com vento 50 anos, 30 segundos |
| l | ≅ 4,70 m | comprimento da cadeia de isoladores e ferragens |
| β_c | = 44,95° | ângulo de balanço do condutor e da cadeia (item 3.1) |
| d | ≅ 3,67 m | distância, em metros, igual a $V_{m\acute{a}x}/150$ |

Tendo como resultado:

$$L = 2 (12,35 + (21,55 + 4,70) \text{ sen } 44,95^\circ + 3,67)$$

$$L = 69,1307 \text{ m}$$

Para verificação do atendimento aos critérios elétricos (rádio interferência, ruído audível, campo elétrico e campo magnético) está sendo adotada uma faixa com largura de **70 metros**.

3.3 LARGURA DA FAIXA PARA VÃOS MAIORES QUE O VÃO BÁSICO

Conforme item 7.6.2.3 da referência (8), tanto na condição sem vento quanto na condição de balanço dos cabos e cadeias de isoladores devido à ação de vento com período de retorno de 50 anos, a distância de segurança deve ser garantida ao longo de toda a LT, independentemente do comprimento do vão, mesmo que para tanto a largura da faixa de segurança seja variável ao longo da LT, em função do comprimento do vão e para qualquer topografia de terreno na faixa de segurança, especialmente quando há perfil lateral inclinado. Em função disto, estão sendo apresentadas nas tabelas abaixo as larguras de faixa de servidão para diferentes vãos das LTs, onde houver necessidade de alargamento visando manter a distância de segurança entre os condutores das LTs e o solo ou a objetos na faixa de servidão:

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 10 de 91 |

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS

| Vão (m) | Flecha (m) ⁽¹⁾ | Largura da Faixa (m) | |
|---------|---------------------------|----------------------|---------|
| | | Calculada | Adotada |
| 500 | 21,28 | 58,24 | 60,00 |
| 550 | 25,46 | 63,88 | 64,00 |
| 600 | 30,03 | 70,06 | 71,00 |
| 650 | 35,00 | 76,77 | 77,00 |
| 700 | 40,35 | 84,00 | 84,00 |
| 750 | 46,11 | 91,78 | 92,00 |
| 800 | 52,26 | 100,09 | 101,00 |
| 850 | 58,81 | 108,94 | 109,00 |
| 900 | 65,77 | 118,34 | 119,00 |

(1) - Flechas referentes ao cabo condutor a 14°C, final, com vento, 50 anos, 30 segundos.

b) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD

| Vão (m) | Flecha (m) ⁽¹⁾ | Largura da Faixa (m) | |
|---------|---------------------------|----------------------|---------|
| | | Calculada | Adotada |
| 500 | 21,34 | 67,63 | 68,00 |
| 550 | 25,53 | 73,36 | 74,00 |
| 600 | 30,10 | 79,60 | 80,00 |
| 650 | 35,07 | 86,40 | 87,00 |
| 700 | 40,43 | 93,72 | 94,00 |
| 750 | 46,18 | 101,58 | 102,00 |
| 800 | 52,33 | 109,99 | 110,00 |
| 850 | 58,89 | 118,95 | 119,00 |
| 900 | 65,85 | 128,47 | 129,00 |

(1) - Flechas referentes ao cabo condutor a 14°C, final, com vento, 50 anos, 30 segundos.

c) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS

| Vão (m) | Flecha (m) ⁽¹⁾ | Largura da Faixa (m) | |
|---------|---------------------------|----------------------|---------|
| | | Calculada | Adotada |
| 500 | 21,51 | 59,94 | 60,00 |
| 550 | 25,70 | 65,82 | 66,00 |
| 600 | 30,28 | 72,25 | 73,00 |
| 650 | 35,25 | 79,23 | 80,00 |
| 700 | 40,61 | 86,76 | 87,00 |
| 750 | 46,37 | 94,85 | 95,00 |
| 800 | 52,53 | 103,49 | 104,00 |
| 850 | 59,09 | 112,70 | 113,00 |
| 900 | 66,05 | 122,48 | 123,00 |

(1) - Flechas referentes ao cabo condutor a 17°C, final, com vento, 50 anos, 30 segundos.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 11 de 91 |

d) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CD

| Vão (m) | Flecha (m) ⁽¹⁾ | Largura da Faixa (m) | |
|---------|---------------------------|----------------------|---------|
| | | Calculada | Adotada |
| 500 | 21,57 | 69,31 | 70,00 |
| 550 | 25,77 | 75,27 | 76,00 |
| 600 | 30,35 | 81,76 | 82,00 |
| 650 | 35,32 | 88,81 | 89,00 |
| 700 | 40,69 | 96,43 | 97,00 |
| 750 | 46,45 | 104,60 | 105,00 |
| 800 | 52,61 | 113,34 | 114,00 |
| 850 | 59,17 | 122,65 | 123,00 |
| 900 | 66,13 | 132,52 | 133,00 |

(1) - Flechas referentes ao cabo condutor a 17°C, final, com vento, 50 anos, 30 segundos.

e) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS

| Vão (m) | Flecha (m) ⁽¹⁾ | Largura da Faixa (m) | |
|---------|---------------------------|----------------------|---------|
| | | Calculada | Adotada |
| 500 | 21,48 | 59,73 | 60,00 |
| 550 | 25,68 | 65,60 | 66,00 |
| 600 | 30,25 | 71,99 | 72,00 |
| 650 | 35,22 | 78,93 | 79,00 |
| 700 | 40,59 | 86,44 | 87,00 |
| 750 | 46,35 | 94,49 | 95,00 |
| 800 | 52,50 | 103,08 | 104,00 |
| 850 | 59,06 | 112,25 | 113,00 |
| 900 | 66,02 | 121,98 | 122,00 |

(1) - Flechas referentes ao cabo condutor a 16°C, final, com vento, 50 anos, 30 segundos.

f) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CD

| Vão (m) | Flecha (m) ⁽¹⁾ | Largura da Faixa (m) | |
|---------|---------------------------|----------------------|---------|
| | | Calculada | Adotada |
| 500 | 21,55 | 69,13 | 70,00 |
| 550 | 25,74 | 75,05 | 76,00 |
| 600 | 30,33 | 81,54 | 82,00 |
| 650 | 35,30 | 88,56 | 89,00 |
| 700 | 40,66 | 96,13 | 97,00 |
| 750 | 46,42 | 104,27 | 105,00 |
| 800 | 52,58 | 112,98 | 113,00 |
| 850 | 59,14 | 122,24 | 123,00 |
| 900 | 66,10 | 132,08 | 133,00 |

(1) - Flechas referentes ao cabo condutor a 16°C, final, com vento, 50 anos, 30 segundos.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 12 de 91 |

4 EFEITO CORONA

4.1 GRADIENTE NAS FASES

O ponto de partida para o cálculo dos valores de rádio interferência e ruído audível é o gradiente nas fases, o qual foi determinado utilizando o programa EFCOCA.

Os correspondentes relatórios de saída constam do Anexo 1. Os valores de gradiente máximo obtidos são indicados a seguir (valor eficaz):

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu CS

$$G_{\max} = 16,26 \text{ kV/cm}$$

b) LT 525 kV Areia – Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu CD

$$G_{\max} = 16,76 \text{ kV/cm}$$

4.2 GRADIENTE CRÍTICO

Para verificar se o valor acima é adequado o mesmo é comparado com o gradiente crítico determinado de acordo com a seguinte fórmula (3):

$$G_{\text{crit}} = 21,2.m.\delta \left(1 + \frac{0,301}{\sqrt{\delta.r}} \right) \text{ kV/cm}$$

Onde:

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul (CS e CD)

| | | |
|-------------------|------------|---|
| G_{crit} | | gradiente crítico (início do corona), em kV/cm, valor eficaz |
| r | = 1,467 cm | raio do condutor (CAL-1120) – 1010 kcmil |
| m | = 0,82 | coeficiente representativo da superfície do condutor envelhecido |
| δ | = 0,86 (2) | valor mínimo da densidade relativa do ar em 90 % do tempo, para as condições atmosféricas predominantes na região atravessada pela LT |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 13 de 91 |

Tendo com resultado (valor eficaz):

$$G_{\text{crt}} = 18,96 \text{ kV/cm} > 16,26 \text{ kV/cm e } 16,76 \text{ kV/cm}$$

b) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 (CS e CD)

| | | |
|------------------|------------|---|
| G_{crt} | | gradiente crítico (início do corona), em kV/cm, valor eficaz |
| r | = 1,467 cm | raio do condutor (CAL-1120) – 1010 kcmil |
| m | = 0,82 | coeficiente representativo da superfície do condutor envelhecido |
| δ | = 0,95 (2) | valor mínimo da densidade relativa do ar em 90 % do tempo, para as condições atmosféricas predominantes na região atravessada pela LT |

Tendo com resultado (valor eficaz):

$$G_{\text{crt}} = 20,73 \text{ kV/cm} > 16,26 \text{ kV/cm e } 16,76 \text{ kV/cm}$$

c) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu (CS e CD)

| | | |
|------------------|------------|---|
| G_{crt} | | gradiente crítico (início do corona), em kV/cm, valor eficaz |
| r | = 1,467 cm | raio do condutor (CAL-1120) – 1010 kcmil |
| m | = 0,82 | coeficiente representativo da superfície do condutor envelhecido |
| δ | = 0,90 (2) | valor mínimo da densidade relativa do ar em 90 % do tempo, para as condições atmosféricas predominantes na região atravessada pela LT |

Tendo com resultado (valor eficaz):

$$G_{\text{crt}} = 19,74 \text{ kV/cm} > 16,26 \text{ kV/cm e } 16,76 \text{ kV/cm}$$

Os gradientes críticos para as LTs são superiores aos respectivos gradientes máximos nas fases indicando que não deverá ocorrer corona visual em 90 % do tempo, para as condições atmosféricas predominantes nas regiões atravessadas pelas LTs.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 14 de 91 |

5 RÁDIO INTERFERÊNCIA

O Edital especifica que a relação sinal/ruído no limite da faixa de servidão deve ser no mínimo 24 dB para 50 % das condições climáticas ocorrendo no período de um ano. O sinal adotado para o cálculo deve ser o nível mínimo de sinal na região atravessada pelas LTs, conforme legislação pertinente. Baseado no critério acima e adotando um sinal de 66 dB a 1 MHz obtém-se o nível máximo de rádio interferência admissível no limite da faixa de servidão em pelo menos 50 % de todos os tempos de um ano.

$$RI_{\text{máx}} \leq (66 - 24) \text{ dB, ou seja:}$$

Nível máximo de rádio interferência no limite da faixa de servidão:

$$RI_{\text{máx}} \leq 42 \text{ dB}$$

Os valores de rádio interferência em um eixo transversal às linhas de transmissão foram calculados pelo programa EFCOCA. Os correspondentes relatórios de saída constam do Anexo 2; a representação gráfica da condição Fair L50 é mostrada na Figura 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 e 1.6 para as LTs.

O programa EFCOCA calcula os seguintes valores de rádio interferência:

Foul L50 Valores com 50 % de probabilidade de serem excedidos em tempo ruim

Fair L50 Valores com 50 % de probabilidade de serem excedidos em tempo bom

$$\text{Fair L50} = \text{Foul L50} - 17 \text{ dB}$$

Foul L1 Valores com 1 % de probabilidade de serem excedidos em tempo ruim

A metodologia adotada pelo programa considera internamente as seguintes premissas básicas:

Frequência de medição do ruído 1 MHz, medido conforme norma ANSI

Resistividade do solo 100 Ω .m

Densidade relativa do ar 1,0

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 15 de 91 |

São apresentados a seguir os valores calculados no limite da faixa de servidão para as LTs em estudo:

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS

| Condição | Rádio interferência no limite da faixa (dB) |
|-----------------|--|
| Fair L50 | 33,20 |
| Foul L50 | 50,20 |
| Foul L1 | 59,64 |

Esses valores devem ser corrigidos para a resistividade do solo (-5 dB) e para a densidade relativa do ar média da região atravessada pela LT (3). As devidas correções para a densidade relativa do ar são de + 4,8 dB. Usando as curvas constantes da referência (3) obtém-se o seguinte:

| Condição | Rádio interferência no limite da faixa (dB) |
|-----------------|--|
| Fair L50 | 33,00 |
| Foul L50 | 50,00 |
| Foul L1 | 59,44 |

b) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD

| Condição | Rádio interferência no limite da faixa (dB) |
|-----------------|--|
| Fair L50 | 37,73 |
| Foul L50 | 54,73 |
| Foul L1 | 62,50 |

Esses valores devem ser corrigidos para a resistividade do solo (-5 dB) e para a densidade relativa do ar média da região atravessada pela LT (3). As devidas correções para a densidade relativa do ar são de + 4,8 dB. Usando as curvas constantes da referência (3) obtém-se o seguinte:

| Condição | Rádio interferência no limite da faixa (dB) |
|-----------------|--|
| Fair L50 | 37,53 |
| Foul L50 | 54,53 |
| Foul L1 | 62,30 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 16 de 91 |

c) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS

| Condição | Rádio interferência no limite da faixa (dB) |
|-----------------|--|
| Fair L50 | 33,22 |
| Foul L50 | 50,22 |
| Foul L1 | 59,66 |

Esses valores devem ser corrigidos para a resistividade do solo (-5 dB) e para a densidade relativa do ar média da região atravessada pela LT (3). As devidas correções para a densidade relativa do ar são de + 0,8 dB. Usando as curvas constantes da referência (3) obtém-se o seguinte:

| Condição | Rádio interferência no limite da faixa (dB) |
|-----------------|--|
| Fair L50 | 29,02 |
| Foul L50 | 46,02 |
| Foul L1 | 55,46 |

d) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CD

| Condição | Rádio interferência no limite da faixa (dB) |
|-----------------|--|
| Fair L50 | 37,39 |
| Foul L50 | 54,39 |
| Foul L1 | 62,15 |

Esses valores devem ser corrigidos para a resistividade do solo (-5 dB) e para a densidade relativa do ar média da região atravessada pela LT (3). As devidas correções para a densidade relativa do ar são de + 0,8 dB. Usando as curvas constantes da referência (3) obtém-se o seguinte:

| Condição | Rádio interferência no limite da faixa (dB) |
|-----------------|--|
| Fair L50 | 33,19 |
| Foul L50 | 50,19 |
| Foul L1 | 57,95 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 17 de 91 |

e) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS

| Condição | Rádio interferência no limite da faixa (dB) |
|-----------------|--|
| Fair L50 | 33,21 |
| Foul L50 | 50,21 |
| Foul L1 | 59,66 |

Esses valores devem ser corrigidos para a resistividade do solo (-5 dB) e para a densidade relativa do ar média da região atravessada pela LT (3). As devidas correções para a densidade relativa do ar são de + 3,2 dB. Usando as curvas constantes da referência (3) obtém-se o seguinte:

| Condição | Rádio interferência no limite da faixa (dB) |
|-----------------|--|
| Fair L50 | 31,41 |
| Foul L50 | 48,41 |
| Foul L1 | 57,86 |

f) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CD

| Condição | Rádio interferência no limite da faixa (dB) |
|-----------------|--|
| Fair L50 | 37,38 |
| Foul L50 | 54,38 |
| Foul L1 | 62,15 |

Esses valores devem ser corrigidos para a resistividade do solo (-5 dB) e para a densidade relativa do ar média da região atravessada pela LT (3). As devidas correções para a densidade relativa do ar são de + 3,2 dB. Usando as curvas constantes da referência (3) obtém-se o seguinte:

| Condição | Rádio interferência no limite da faixa (dB) |
|-----------------|--|
| Fair L50 | 35,58 |
| Foul L50 | 52,58 |
| Foul L1 | 60,35 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 18 de 91 |

O valor de rádio interferência com 50 % de probabilidade de não ser excedido, quando se considera o tempo todo do ano, foi calculado partindo das seguintes premissas:

- a) as distribuições de rádio interferência para tempo bom e para tempo ruim são gaussianas;
- b) o valor de rádio interferência com 1 % de probabilidade de ser excedido com tempo bom é igual ao valor de rádio interferência com 99 % de probabilidade de ser excedido com tempo ruim (Fair L1 = Foul L99).

As distribuições de tempo bom e tempo ruim assim definidas foram ponderadas em função da climatologia da região dando origem à distribuição do tempo todo apresentadas na Figura 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 e 5.6.

A partir dessa distribuição obtém-se o nível de RI nos limites das faixas com probabilidade de não ser excedido 50 % do tempo todo do ano, o qual é indicado a seguir:

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS

$$RI_{LT} = 33,6 \text{ dB}$$

b) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD

$$RI_{LT} = 38,2 \text{ dB}$$

c) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS

$$RI_{LT} = 29,5 \text{ dB}$$

d) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CD

$$RI_{LT} = 33,8 \text{ dB}$$

e) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS

$$RI_{LT} = 31,9 \text{ dB}$$

f) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CD

$$RI_{LT} = 36,2 \text{ dB}$$

Como pode ser constatado o valor de rádio interferência nos limites das faixas de servidão com 50% de probabilidade de não ser excedido, considerando-se o tempo todo do ano, atendem ao critério estabelecido no Edital.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 19 de 91 |

6 RUÍDO AUDÍVEL

O Edital especifica que o ruído audível no limite da faixa de servidão deve ser no máximo igual a 58 dBA para as seguintes condições climáticas:

- a) durante chuva fina ($< 0,00148$ mm/min);
- b) durante névoa de 4 horas de duração;
- c) após chuva (primeiros 15 minutos).

O ruído audível produzido por uma linha de transmissão varia sensivelmente com as condições atmosféricas. Com tempo bom o ruído devido à LT é desprezível e, sob chuva forte, o ruído gerado pela própria chuva é superior ao produzido pelos condutores.

Por essa razão os critérios de projeto normalmente exigem, como é o caso em questão, que o ruído audível seja verificado para condições que correspondam ao condutor úmido, conforme item anterior. Essas condições são usualmente associadas (4) ao nível de ruído com 50 % de probabilidade de ser excedido com tempo ruim (Foul L50).

Os valores do ruído audível em um eixo transversal à linha de transmissão foram calculados pelo programa EFCOCA, para as condições Foul L50 e Foul L5. O correspondente relatório de saída consta do Anexo 3 e a representação gráfica da condição Foul L50 é mostrada nas Figuras 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4 para as LTs.

Como pode ser observado os valores obtidos para o ruído audível nos limites das faixas de servidão são de:

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS

$RA_{LT} = 43,70$ dBA < 58 dBA, valor estabelecido no Edital da ANEEL.

b) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD

$RA_{LT} = 49,91$ dBA < 58 dBA, valor estabelecido no Edital da ANEEL.

c) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu CS

$RA_{LT} = 43,71$ dBA < 58 dBA, valor estabelecido no Edital da ANEEL.

d) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu CD

$RA_{LT} = 49,81$ dBA < 58 dBA, valor estabelecido no Edital da ANEEL.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 20 de 91 |

7 CAMPO ELÉTRICO

O Edital especifica que o campo elétrico a um metro e meio do solo no limite da faixa de servidão deve ser inferior ou, no máximo, igual a 4,17 kV/m (6). Adicionalmente o campo elétrico no interior da faixa de servidão deve ser inferior ou, no máximo, igual a 8,33 kV/m (6).

Os valores do campo elétrico a um metro e meio do solo em um eixo transversal às linhas de transmissão foram calculados pelo programa EFCOCA para os seguintes casos:

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS e CD

a) Longa Duração (3120 A):

- 12,5 m (Locais acessíveis a máquinas agrícolas) (5)
- 12,5 m (Travessias sobre rodovias) (5)

b) Curta Duração (3840 A):

- 11,9 m (Locais acessíveis a máquinas agrícolas e Travessias sobre rodovias) (5)

b) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS e CD

a) Longa Duração (3200 A):

- 12,5 m (Locais acessíveis a máquinas agrícolas) (5)
- 12,5 m (Travessias sobre rodovias) (5)

b) Curta Duração (3935 A):

- 11,9 m (Locais acessíveis a máquinas agrícolas e Travessias sobre rodovias) (5)

c) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS e CD

a) Longa Duração (3195 A):

- 12,5 m (Locais acessíveis a máquinas agrícolas) (5)
- 12,5 m (Travessias sobre rodovias) (5)

b) Curta Duração (3960 A):

- 11,9 m (Locais acessíveis a máquinas agrícolas e Travessias sobre rodovias) (5)

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 21 de 91 |

Os relatórios de saída constam do Anexo 4 e a representação gráfica dos casos (a) e (b) são apresentadas nas Figuras 3.1.a, 3.1.b, 3.2.a, 3.2.b, 3.3.a e 3.3.b, para as LTs.

Como pode ser observado o valor obtido para o campo elétrico no limite da faixa de servidão, para os casos examinados, é menor que 1,50 kV/m para as LTs, atendendo plenamente o critério estabelecido ($< 4,17$ kV/m).

Como pode ser observado o valor obtido para o campo elétrico no interior da faixa de servidão, para os casos examinados, é menor que 8,10 kV/m, atendendo plenamente o critério estabelecido ($< 8,33$ kV/m).

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu CS

Os relatórios constantes do Anexo 4 indicam os seguintes valores de campo elétrico máximo no interior da faixa de servidão para a corrente de longa duração.

| | Interior da Faixa | Limite da Faixa |
|--|--------------------------|------------------------|
| Locais acessíveis a máquinas agrícolas e Travessias sobre rodovias | 7,19 kV/m | 1,46 kV/m |

São apresentadas a seguir as correntes induzidas para os valores máximos de campo elétrico acima indicados e para veículos com dimensões compatíveis com o correspondente uso da faixa de servidão.

| Veículo | Corrente Induzida |
|-----------------------------------|---|
| | Campo Elétrico 7,19 kV/m |
| Carreta de grande porte | 4,60 mA |
| Ônibus | 2,80 mA |
| Colheitadeira | 2,87 mA |
| Trator de fazenda puxando carroça | 0,43 mA |
| Trator de fazenda | 2,73 mA |

Esses valores de corrente induzida situam-se em níveis compatíveis com a utilização da faixa de servidão e atendem o limite máximo de 5,0 mA indicado na referência (1). Fica, portanto, garantido o atendimento aos requisitos especificados.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 22 de 91 |

b) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD

Os relatórios constantes do Anexo 4 indicam os seguintes valores de campo elétrico máximo no interior da faixa de servidão para a corrente de longa duração.

| | Interior da Faixa | Limite da Faixa |
|--|-------------------|-----------------|
| Locais acessíveis a máquinas agrícolas e Travessias sobre rodovias | 7,46 kV/m | 1,30 kV/m |

São apresentadas a seguir as correntes induzidas para os valores máximos de campo elétrico acima indicados e para veículos com dimensões compatíveis com o correspondente uso da faixa de servidão.

| Veículo | Corrente Induzida | |
|-----------------------------------|-------------------|--|
| | Campo Elétrico | |
| | 7,46 kV/m | |
| Carreta de grande porte | 4,77 mA | |
| Ônibus | 2,91 mA | |
| Colheitadeira | 2,98 mA | |
| Trator de fazenda puxando carroça | 0,45 mA | |
| Trator de fazenda | 2,83 mA | |

Esses valores de corrente induzida situam-se em níveis compatíveis com a utilização da faixa de servidão e atendem o limite máximo de 5,0 mA indicado na referência (1). Fica, portanto, garantido o atendimento aos requisitos especificados.

c) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu CD

Os relatórios constantes do Anexo 4 indicam os seguintes valores de campo elétrico máximo no interior da faixa de servidão para a corrente de longa duração.

| | Interior da Faixa | Limite da Faixa |
|--|-------------------|-----------------|
| Locais acessíveis a máquinas agrícolas e Travessias sobre rodovias | 7,46 kV/m | 1,20 kV/m |

São apresentadas a seguir as correntes induzidas para os valores máximos de campo elétrico acima indicados e para veículos com dimensões compatíveis com o correspondente uso da faixa de servidão.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 23 de 91 |

| Veículo | Corrente Induzida |
|-----------------------------------|-------------------|
| | Campo Elétrico |
| | 7,45 kV/m |
| Carreta de grande porte | 4,77 mA |
| Ônibus | 2,91 mA |
| Colheitadeira | 2,98 mA |
| Trator de fazenda puxando carroça | 0,45 mA |
| Trator de fazenda | 2,83 mA |

Esses valores de corrente induzida situam-se em níveis compatíveis com a utilização da faixa de servidão e atendem o limite máximo de 5,0 mA indicado na referência (1). Fica, portanto, garantido o atendimento aos requisitos especificados.

8 CAMPO MAGNÉTICO

O Edital especifica que o campo magnético no limite da faixa deve ser inferior ou, no máximo, igual a 200 μ T (6), na condição de operação das LTs nos regimes de longa duração e curta duração.

Adicionalmente o Edital especifica que o campo magnético no interior da faixa de servidão deve ser inferior ou, no máximo, igual a 1000 μ T (6).

O campo magnético foi calculado nas larguras das faixas de servidão, em um eixo perpendicular às diretrizes das LTs localizado em um ponto do perfil com espaçamento mínimo condutor-solo, considerando terreno plano. Conservativamente não foram consideradas no cálculo as correntes de retorno pela terra.

Os relatórios de saída constam do Anexo 5 e a representação gráfica do campo para a corrente de longa e curta duração são mostradas nas Figuras 4.1.a, 4.1.b, 4.2.a, 4.2.b, 4.3.a, 4.3.b, 4.4.a, 4.4.b, 4.5.a, 4.5.b, 4.6.a e 4.6.b para as LTs. São resumidos a seguir os valores calculados do campo magnético na condição mais desfavorável (curta duração):

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 24 de 91 |

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS

$$I_{CD} = 3840 \text{ A}$$

No limite da faixa 11,96 μT

Interior da Faixa 60,03 μT

b) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD

$$I_{CD} = 3840 \text{ A}$$

No limite da faixa 11,35 μT

Interior da Faixa 64,13 μT

c) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS

$$I_{CD} = 3935 \text{ A}$$

No limite da faixa 12,26 μT

Interior da Faixa 61,51 μT

d) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CD

$$I_{CD} = 3935 \text{ A}$$

No limite da faixa 10,92 μT

Interior da Faixa 65,72 μT

e) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS

$$I_{CD} = 3960 \text{ A}$$

No limite da faixa 12,34 μT

Interior da Faixa 61,90 μT

f) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CD

$$I_{CD} = 3960 \text{ A}$$

No limite da faixa 10,99 μT

Interior da Faixa 66,14 μT

O exame dos valores acima mostra que o valor do campo magnético no limite e no interior da faixa de servidão é inferior ao critério estabelecido pela ANEEL.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 25 de 91 |

9 LARGURAS ADOTADAS PARA AS FAIXAS DE SERVIDÃO

As faixas de servidão das linhas de transmissão em estudo terão as larguras indicadas a seguir, as quais atendem tanto o critério mecânico de balanço dos condutores como os critérios elétricos definidos no Edital:

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul – Itajaí – Biguaçu CS

Largura da Faixa de Servidão – 60 metros

b) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD

Largura da Faixa de Servidão – 68 metros

c) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu CD

Largura da Faixa de Servidão – 70 metros

As faixas de servidão selecionadas estão representadas nas Figuras 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5 e 6.6.

10 REFERÊNCIAS

- 1 NBR 5422 – Projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica.
- 2 Projeto Básico, DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADES DE VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B.
- 3 Transmission line reference book, 345 kV and above, second edition, 1982.
- 4 Projeto Básico, CONDUTOR E PARA-RAIOS, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B.
- 5 Projeto Básico, DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA PARA LOCAÇÃO DAS ESTRUTURAS, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1006-B.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 26 de 91 |

- 6 Resolução Normativa ANEEL nº 616, de 01 de Julho de 2014.
- 7 Overhead Power Lines – Planning, Design Construction, first edition, 2002, Kiessling, F., Nefzger, P., Nolasco, J. F. and Kaintzyk, U.
- 8 Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), Procedimentos de Rede, Submódulo 2.4, Requisitos Mínimos para Linhas de Transmissão, Revisão 2016.12.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 27 de 91 |

11 ANEXOS

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 28 de 91 |

ANEXO 1 – RELATÓRIO DE SAÍDA – GRADIENTE SUPERFICIAL

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 29 de 91 |

ANEXO 1A – LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CS

LT 525 KV AREIA – JOINVILLE DO SUL CS

09/04/2019

NÚMERO DE CIRCUITOS: 1

CIRCUITO NÚMERO - 1

TENSÃO: 550 kV

| FASE No. | X (m) | Y-MÍN (m) | Y-MÉD (m) | FLECHA (m) | FASE Graus | NSUB | ESPAC. (cm) | DIAM. (cm) |
|-------------|----------|--------------|--------------|---------------|---------------|------|----------------|---------------|
| 1 | -7.90 | 12.73 | 19.94 | 21.62 | 0.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |
| 2 | 0.00 | 19.97 | 27.18 | 21.62 | 120.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |
| 3 | 7.90 | 12.73 | 19.94 | 21.62 | 240.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |

DADOS PARA-RAIOS:

| CABO No. | X (m) | Y-MÍN (m) | Y-MÉD (m) | FLECHA (m) | NSUB | ESPAC. (cm) | DIAM. (cm) |
|-------------|----------|--------------|--------------|---------------|------|----------------|---------------|
| 1 | -6.08 | 28.86 | 34.91 | 18.16 | 1.00 | 0.0000 | 0.9144 |
| 2 | 6.08 | 28.86 | 34.91 | 18.16 | 1.00 | 0.0000 | 1.3400 |

MÁXIMOS GRADIENTES SUPERFICIAIS:

O MAIOR GRADIENTE SUPERFICIAL ENCONTRADO NAS FASES É 16.26 kV/cm
ESTE VALOR É INFERIOR AO GRADIENTE CRÍTICO CALCULADO DE 18.96 kV/cm

Nº. CIRCUITO --- 1

| FASE | GRAD (kV/cm) |
|------|--------------|
| 1 | 15.17 |
| 2 | 16.26 |
| 3 | 15.17 |

PARA-RAIOS:

| FASE | GRAD (kV/cm) |
|------|--------------|
| 1 | 11.45 |
| 2 | 8.20 |

ANEXO 1B – LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CD

LT 525 KV AREIA – JOINVILLE DO SUL CD

09/04/2019

NÚMERO DE CIRCUITOS: 2

CIRCUITO NÚMERO - 1

TENSÃO: 550 kV

| FASE No. | X (m) | Y-MÍN (m) | Y-MÉD (m) | FLECHA (m) | FASE Graus | NSUB | ESPAC. (cm) | DIAM. (cm) |
|----------|--------|-----------|-----------|------------|------------|------|-------------|------------|
| 1 | -6.70 | 23.63 | 30.84 | 21.62 | 0.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |
| 2 | -5.60 | 13.49 | 20.69 | 21.62 | 120.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |
| 3 | -12.35 | 12.73 | 19.94 | 21.62 | 240.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |

CIRCUITO NÚMERO - 2

TENSÃO: 550 kV

| FASE No. | X (m) | Y-MÍN (m) | Y-MÉD (m) | FLECHA (m) | FASE Graus | NSUB | ESPAC. (cm) | DIAM. (cm) |
|----------|-------|-----------|-----------|------------|------------|------|-------------|------------|
| 4 | 12.35 | 12.73 | 19.94 | 21.62 | 0.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |
| 5 | 5.60 | 13.49 | 20.69 | 21.62 | 120.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |
| 6 | 6.70 | 23.63 | 30.84 | 21.62 | 240.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |

DADOS PARA-RAIOS:

| CABO No. | X (m) | Y-MÍN (m) | Y-MÉD (m) | FLECHA (m) | NSUB | ESPAC. (cm) | DIAM. (cm) |
|----------|--------|-----------|-----------|------------|------|-------------|------------|
| 1 | -10.40 | 33.39 | 39.50 | 18.33 | 1.00 | 0.0000 | 1.5420 |
| 2 | 10.40 | 33.39 | 39.50 | 18.33 | 1.00 | 0.0000 | 1.4400 |

MÁXIMOS GRADIENTES SUPERFICIAIS:

O MAIOR GRADIENTE SUPERFICIAL ENCONTRADO NAS FASES É 16.76 kV/cm
ESTE VALOR É INFERIOR AO GRADIENTE CRÍTICO CALCULADO DE 18.96 kV/cm

Nº. CIRCUITO --- 1

| FASE | GRAD (kV/cm) |
|------|--------------|
| 1 | 16.58 |
| 2 | 16.49 |
| 3 | 16.76 |

Nº. CIRCUITO --- 2

| FASE | GRAD (kV/cm) |
|------|--------------|
| 4 | 16.76 |
| 5 | 16.49 |
| 6 | 16.58 |

PARA-RAIOS:

| FASE | GRAD (kV/cm) |
|------|--------------|
| 1 | 8.49 |
| 2 | 9.02 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 31 de 91 |

ANEXO 1C – LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

LT 525 KV JOINVILLE DO SUL - ITAJAÍ 2 CS

09/04/2019

NÚMERO DE CIRCUITOS: 1

CIRCUITO NÚMERO - 1

TENSÃO: 550 kV

| FASE No. | X (m) | Y-MÍN (m) | Y-MÉD (m) | FLECHA (m) | FASE Graus | NSUB | ESPAÇ. (cm) | DIAM. (cm) |
|-------------|----------|--------------|--------------|---------------|---------------|------|----------------|---------------|
| 1 | -7.90 | 12.73 | 19.90 | 21.52 | 0.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |
| 2 | 0.00 | 19.97 | 27.14 | 21.52 | 120.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |
| 3 | 7.90 | 12.73 | 19.90 | 21.52 | 240.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |

DADOS PARA-RAIOS:

| CABO No. | X (m) | Y-MÍN (m) | Y-MÉD (m) | FLECHA (m) | NSUB | ESPAÇ. (cm) | DIAM. (cm) |
|-------------|----------|--------------|--------------|---------------|------|----------------|---------------|
| 1 | -6.08 | 28.76 | 34.81 | 18.16 | 1.00 | 0.0000 | 0.9144 |
| 2 | 6.08 | 28.76 | 34.81 | 18.16 | 1.00 | 0.0000 | 1.3400 |

MÁXIMOS GRADIENTES SUPERFICIAIS:

O MAIOR GRADIENTE SUPERFICIAL ENCONTRADO NAS FASES É 16.26 kV/cm
ESTE VALOR É INFERIOR AO GRADIENTE CRÍTICO CALCULADO DE 20.73 kV/cm

Nº. CIRCUITO --- 1

| FASE | GRAD (kV/cm) |
|------|--------------|
| 1 | 15.17 |
| 2 | 16.26 |
| 3 | 15.17 |

PARA-RAIOS:

| FASE | GRAD (kV/cm) |
|------|--------------|
| 1 | 11.51 |
| 2 | 8.24 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B

LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO

Rev. 0

Folha 32 de 91

ANEXO 1D – LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

LT 525 KV JOINVILLE DO SUL - ITAJAÍ 2 CD

09/04/2019

NÚMERO DE CIRCUITOS: 2
CIRCUITO NÚMERO - 1
TENSÃO: 550 kV

| FASE No. | X (m) | Y-MÍN (m) | Y-MÉD (m) | FLECHA (m) | FASE Graus | NSUB | ESPAC. (cm) | DIAM. (cm) |
|----------|--------|-----------|-----------|------------|------------|------|-------------|------------|
| 1 | -6.70 | 23.63 | 30.80 | 21.52 | 0.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |
| 2 | -5.60 | 13.49 | 20.66 | 21.52 | 120.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |
| 3 | -12.35 | 12.73 | 19.90 | 21.52 | 240.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |

CIRCUITO NÚMERO - 2

TENSÃO: 550 kV

| FASE No. | X (m) | Y-MÍN (m) | Y-MÉD (m) | FLECHA (m) | FASE Graus | NSUB | ESPAC. (cm) | DIAM. (cm) |
|----------|-------|-----------|-----------|------------|------------|------|-------------|------------|
| 4 | 12.35 | 12.73 | 19.90 | 21.52 | 0.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |
| 5 | 5.60 | 13.49 | 20.66 | 21.52 | 120.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |
| 6 | 6.70 | 23.63 | 30.80 | 21.52 | 240.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |

DADOS PARA-RAIOS:

| CABO No. | X (m) | Y-MÍN (m) | Y-MÉD (m) | FLECHA (m) | NSUB | ESPAC. (cm) | DIAM. (cm) |
|----------|--------|-----------|-----------|------------|------|-------------|------------|
| 1 | -10.40 | 33.29 | 39.40 | 18.33 | 1.00 | 0.0000 | 1.5420 |
| 2 | 10.40 | 33.29 | 39.40 | 18.33 | 1.00 | 0.0000 | 1.4400 |

MÁXIMOS GRADIENTES SUPERFICIAIS:

O MAIOR GRADIENTE SUPERFICIAL ENCONTRADO NAS FASES É 16.76 kV/cm
ESTE VALOR É INFERIOR AO GRADIENTE CRÍTICO CALCULADO DE 20.73 kV/cm

Nº. CIRCUITO --- 1

| FASE | GRAD (kV/cm) |
|------|--------------|
| 1 | 16.58 |
| 2 | 16.49 |
| 3 | 16.76 |

Nº. CIRCUITO --- 2

| FASE | GRAD (kV/cm) |
|------|--------------|
| 4 | 16.76 |
| 5 | 16.49 |
| 6 | 16.58 |

PARA-RAIOS:

| FASE | GRAD (kV/cm) |
|------|--------------|
| 1 | 8.53 |
| 2 | 9.06 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 33 de 91 |

ANEXO 1E – LT 525 KV ITAJAÍ – BIGUAÇU 2 CS

LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

09/04/2019

NÚMERO DE CIRCUITOS: 1

CIRCUITO NÚMERO - 1

TENSÃO: 550 kV

| FASE No. | X (m) | Y-MÍN (m) | Y-MÉD (m) | FLECHA (m) | FASE Graus | NSUB | ESPAÇ. (cm) | DIAM. (cm) |
|-------------|----------|--------------|--------------|---------------|---------------|------|----------------|---------------|
| 1 | -7.90 | 12.73 | 19.92 | 21.57 | 0.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |
| 2 | 0.00 | 19.97 | 27.16 | 21.57 | 120.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |
| 3 | 7.90 | 12.73 | 19.92 | 21.57 | 240.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |

DADOS PARA-RAIOS:

| CABO No. | X (m) | Y-MÍN (m) | Y-MÉD (m) | FLECHA (m) | NSUB | ESPAÇ. (cm) | DIAM. (cm) |
|-------------|----------|--------------|--------------|---------------|------|----------------|---------------|
| 1 | -6.08 | 28.79 | 34.85 | 18.18 | 1.00 | 0.0000 | 0.9144 |
| 2 | 6.08 | 28.79 | 34.85 | 18.18 | 1.00 | 0.0000 | 1.4400 |

MÁXIMOS GRADIENTES SUPERFICIAIS:

O MAIOR GRADIENTE SUPERFICIAL ENCONTRADO NAS FASES É 16.26 kV/cm
 ESTE VALOR É INFERIOR AO GRADIENTE CRÍTICO CALCULADO DE 19.74 kV/cm

Nº. CIRCUITO --- 1

| FASE | GRAD (kV/cm) |
|------|--------------|
| 1 | 15.17 |
| 2 | 16.26 |
| 3 | 15.17 |

PARA-RAIOS:

| FASE | GRAD (kV/cm) |
|------|--------------|
| 1 | 11.48 |
| 2 | 7.72 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
 SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B

LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO

Rev. 0

Folha 34 de 91

ANEXO 1F – LT 525 KV ITAJAÍ – BIGUAÇU 2 CD

LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD

09/04/2019

NÚMERO DE CIRCUITOS: 2

CIRCUITO NÚMERO - 1

TENSÃO: 550 kV

| FASE No. | X (m) | Y-MÍN (m) | Y-MÉD (m) | FLECHA (m) | FASE Graus | NSUB | ESPAC. (cm) | DIAM. (cm) |
|-------------|----------|--------------|--------------|---------------|---------------|------|----------------|---------------|
| 1 | -6.70 | 23.63 | 30.82 | 21.57 | 0.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |
| 2 | -5.60 | 13.49 | 20.68 | 21.57 | 120.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |
| 3 | -12.35 | 12.73 | 19.92 | 21.57 | 240.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |

CIRCUITO NÚMERO - 2

TENSÃO: 550 kV

| FASE No. | X (m) | Y-MÍN (m) | Y-MÉD (m) | FLECHA (m) | FASE Graus | NSUB | ESPAC. (cm) | DIAM. (cm) |
|-------------|----------|--------------|--------------|---------------|---------------|------|----------------|---------------|
| 4 | 12.35 | 12.73 | 19.92 | 21.57 | 0.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |
| 5 | 5.60 | 13.49 | 20.68 | 21.57 | 120.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |
| 6 | 6.70 | 23.63 | 30.82 | 21.57 | 240.00 | 4.00 | 45.70 | 2.93 |

DADOS PARA-RAIOS:

| CABO No. | X (m) | Y-MÍN (m) | Y-MÉD (m) | FLECHA (m) | NSUB | ESPAC. (cm) | DIAM. (cm) |
|-------------|----------|--------------|--------------|---------------|------|----------------|---------------|
| 1 | -10.40 | 33.31 | 39.43 | 18.36 | 1.00 | 0.0000 | 1.5420 |
| 2 | 10.40 | 33.31 | 39.43 | 18.36 | 1.00 | 0.0000 | 1.4400 |

MÁXIMOS GRADIENTES SUPERFICIAIS:

O MAIOR GRADIENTE SUPERFICIAL ENCONTRADO NAS FASES É 16.76 kV/cm
ESTE VALOR É INFERIOR AO GRADIENTE CRÍTICO CALCULADO DE 19.74 kV/cm

Nº. CIRCUITO --- 1

| FASE | GRAD (kV/cm) |
|------|--------------|
| 1 | 16.58 |
| 2 | 16.49 |
| 3 | 16.76 |

Nº. CIRCUITO --- 2

| FASE | GRAD (kV/cm) |
|------|--------------|
| 4 | 16.76 |
| 5 | 16.49 |
| 6 | 16.58 |

PARA-RAIOS:

| FASE | GRAD (kV/cm) |
|------|--------------|
| 1 | 8.53 |
| 2 | 9.05 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B

LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO

Rev. 0

Folha 35 de 91

ANEXO 2 – RELATÓRIO DE SAÍDA – RÁDIO INTERFERÊNCIA

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 36 de 91 |

ANEXO 2A – LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CS

O NÍVEL DE RI NO LIMITE DA FAIXA COM PROBABILIDADE DE NÃO SER EXCEDIDO 50% DO TEMPO TODO DO ANO É 33.76 dB

A CORREÇÃO DEVIDO A RESISTIVIDADE DO SOLO É -5 dB

A CORREÇÃO DEVIDO A DENSIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA DA REGIÃO ATRAVESSADA É 4.80 dB

VALOR DA RÁDIO INTERFERÊNCIA CORRIGIDA É 33.56 dB

ESTE VALOR É MENOR DO QUE O VALOR LIMITE DE RÁDIO INTERFERÊNCIA PERMITIDO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO DE 42 dB

PERFIS DE RÁDIO INTERFERÊNCIA:

| XP (m) | RI-QP (dB) à 1MHz | | |
|--------|-------------------|----------|---------|
| | FAIR-L50 | FOUL-L50 | FOUL-L1 |
| -30.00 | 33.20 | 50.20 | 59.64 |
| -29.00 | 33.51 | 50.51 | 59.95 |
| -28.00 | 33.82 | 50.82 | 60.27 |
| -27.00 | 34.13 | 51.13 | 60.58 |
| -26.00 | 34.44 | 51.44 | 60.89 |
| -25.00 | 34.75 | 51.75 | 61.20 |
| -24.00 | 35.06 | 52.06 | 61.51 |
| -23.00 | 35.36 | 52.36 | 61.81 |
| -22.00 | 35.67 | 52.67 | 62.11 |
| -21.00 | 35.96 | 52.96 | 62.41 |
| -20.00 | 36.25 | 53.25 | 62.70 |
| -19.00 | 36.53 | 53.53 | 62.98 |
| -18.00 | 36.80 | 53.80 | 63.25 |
| -17.00 | 37.06 | 54.06 | 63.51 |
| -16.00 | 37.31 | 54.31 | 63.76 |
| -15.00 | 37.54 | 54.54 | 63.99 |
| -14.00 | 37.76 | 54.76 | 64.21 |
| -13.00 | 37.96 | 54.96 | 64.40 |
| -12.00 | 38.14 | 55.14 | 64.58 |
| -11.00 | 38.30 | 55.30 | 64.74 |
| -10.00 | 38.43 | 55.43 | 64.88 |
| -9.00 | 38.54 | 55.54 | 64.99 |
| -8.00 | 38.63 | 55.63 | 65.07 |
| -7.00 | 38.69 | 55.69 | 65.13 |
| -6.00 | 38.72 | 55.72 | 65.17 |
| -5.00 | 38.73 | 55.73 | 65.18 |
| -4.00 | 38.71 | 55.71 | 65.16 |
| -3.00 | 38.67 | 55.67 | 65.12 |
| -2.00 | 38.60 | 55.60 | 65.05 |
| -1.00 | 38.51 | 55.51 | 63.77 |

PERFIS DE RÁDIO INTERFERÊNCIA:

| XP (m) | RI-QP (dB) à 1MHz | | |
|--------|-------------------|----------|---------|
| | FAIR-L50 | FOUL-L50 | FOUL-L1 |
| 0.00 | 38.41 | 55.41 | 63.66 |
| 1.00 | 38.52 | 55.52 | 63.77 |
| 2.00 | 38.61 | 55.61 | 65.05 |
| 3.00 | 38.67 | 55.67 | 65.12 |
| 4.00 | 38.72 | 55.72 | 65.16 |
| 5.00 | 38.73 | 55.73 | 65.18 |
| 6.00 | 38.73 | 55.73 | 65.17 |
| 7.00 | 38.69 | 55.69 | 65.13 |
| 8.00 | 38.63 | 55.63 | 65.07 |
| 9.00 | 38.54 | 55.54 | 64.99 |
| 10.00 | 38.43 | 55.43 | 64.88 |
| 11.00 | 38.30 | 55.30 | 64.74 |
| 12.00 | 38.14 | 55.14 | 64.58 |
| 13.00 | 37.96 | 54.96 | 64.41 |
| 14.00 | 37.76 | 54.76 | 64.21 |
| 15.00 | 37.55 | 54.55 | 63.99 |
| 16.00 | 37.31 | 54.31 | 63.76 |
| 17.00 | 37.07 | 54.07 | 63.51 |
| 18.00 | 36.81 | 53.81 | 63.25 |
| 19.00 | 36.53 | 53.53 | 62.98 |
| 20.00 | 36.25 | 53.25 | 62.70 |
| 21.00 | 35.96 | 52.96 | 62.41 |
| 22.00 | 35.67 | 52.67 | 62.11 |
| 23.00 | 35.37 | 52.37 | 61.81 |
| 24.00 | 35.06 | 52.06 | 61.51 |
| 25.00 | 34.76 | 51.76 | 61.20 |
| 26.00 | 34.45 | 51.45 | 60.89 |
| 27.00 | 34.13 | 51.13 | 60.58 |
| 28.00 | 33.82 | 50.82 | 60.27 |
| 29.00 | 33.51 | 50.51 | 59.95 |
| 30.00 | 33.20 | 50.20 | 59.64 |

| |
|---|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 |
|---|

| |
|-------------------------|
| LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
|-------------------------|

| |
|------------------------------|
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO |
|------------------------------|

| |
|--------|
| Rev. 0 |
|--------|

| |
|----------------|
| Folha 37 de 91 |
|----------------|

ANEXO 2B – LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CD

O NÍVEL DE RI NO LIMITE DA FAIXA COM PROBABILIDADE DE NÃO SER EXCEDIDO 50% DO TEMPO TODO DO ANO É 38.41 dB

A CORREÇÃO DEVIDO A RESISTIVIDADE DO SOLO É -5 dB

A CORREÇÃO DEVIDO A DENSIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA DA REGIÃO ATRAVESSADA É 4.80 dB

VALOR DA RÁDIO INTERFERÊNCIA CORRIGIDA É 38.21 dB

ESTE VALOR É MENOR DO QUE O VALOR LIMITE DE RÁDIO INTERFERÊNCIA PERMITIDO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO DE 42 dB

PERFIS DE RÁDIO INTERFERÊNCIA:

| XP (m) | RI-QP (dB) à 1MHz | | |
|--------|-------------------|----------|---------|
| | FAIR-L50 | FOUL-L50 | FOUL-L1 |
| -34.00 | 37.73 | 54.73 | 62.50 |
| -33.00 | 38.09 | 55.09 | 62.86 |
| -32.00 | 38.45 | 55.45 | 63.22 |
| -31.00 | 38.81 | 55.81 | 63.57 |
| -30.00 | 39.17 | 56.17 | 63.93 |
| -29.00 | 39.52 | 56.52 | 64.29 |
| -28.00 | 39.87 | 56.87 | 64.64 |
| -27.00 | 40.22 | 57.22 | 64.99 |
| -26.00 | 40.56 | 57.56 | 65.33 |
| -25.00 | 40.89 | 57.89 | 65.66 |
| -24.00 | 41.21 | 58.21 | 65.97 |
| -23.00 | 41.52 | 58.52 | 66.28 |
| -22.00 | 41.81 | 58.81 | 66.57 |
| -21.00 | 42.08 | 59.08 | 66.84 |
| -20.00 | 42.33 | 59.33 | 67.10 |
| -19.00 | 42.56 | 59.56 | 67.32 |
| -18.00 | 42.76 | 59.76 | 67.53 |
| -17.00 | 42.94 | 59.94 | 67.70 |
| -16.00 | 43.14 | 60.14 | 67.91 |
| -15.00 | 43.33 | 60.33 | 68.10 |
| -14.00 | 43.50 | 60.50 | 68.26 |
| -13.00 | 43.63 | 60.63 | 68.40 |
| -12.00 | 43.74 | 60.74 | 68.50 |
| -11.00 | 43.81 | 60.81 | 68.58 |
| -10.00 | 43.86 | 60.86 | 68.62 |
| -9.00 | 43.87 | 60.87 | 68.64 |
| -8.00 | 43.85 | 60.85 | 68.62 |
| -7.00 | 43.80 | 60.80 | 68.57 |
| -6.00 | 43.72 | 60.72 | 68.49 |
| -5.00 | 43.61 | 60.61 | 68.37 |
| -4.00 | 43.47 | 60.47 | 68.23 |
| -3.00 | 43.30 | 60.30 | 68.06 |
| -2.00 | 43.11 | 60.11 | 68.14 |
| -1.00 | 42.89 | 59.89 | 67.92 |

PERFIS DE RÁDIO INTERFERÊNCIA:

| XP (m) | RI-QP (dB) à 1MHz | | |
|--------|-------------------|----------|---------|
| | FAIR-L50 | FOUL-L50 | FOUL-L1 |
| 0.00 | 42.81 | 59.81 | 67.84 |
| 1.00 | 42.89 | 59.89 | 67.92 |
| 2.00 | 43.11 | 60.11 | 68.14 |
| 3.00 | 43.30 | 60.30 | 68.06 |
| 4.00 | 43.47 | 60.47 | 68.23 |
| 5.00 | 43.61 | 60.61 | 68.37 |
| 6.00 | 43.72 | 60.72 | 68.49 |
| 7.00 | 43.80 | 60.80 | 68.57 |
| 8.00 | 43.85 | 60.85 | 68.62 |
| 9.00 | 43.87 | 60.87 | 68.64 |
| 10.00 | 43.86 | 60.86 | 68.63 |
| 11.00 | 43.82 | 60.82 | 68.58 |
| 12.00 | 43.74 | 60.74 | 68.50 |
| 13.00 | 43.63 | 60.63 | 68.40 |
| 14.00 | 43.50 | 60.50 | 68.26 |
| 15.00 | 43.33 | 60.33 | 68.10 |
| 16.00 | 43.14 | 60.14 | 67.91 |
| 17.00 | 42.94 | 59.94 | 67.70 |
| 18.00 | 42.76 | 59.76 | 67.53 |
| 19.00 | 42.56 | 59.56 | 67.32 |
| 20.00 | 42.33 | 59.33 | 67.10 |
| 21.00 | 42.08 | 59.08 | 66.84 |
| 22.00 | 41.81 | 58.81 | 66.57 |
| 23.00 | 41.52 | 58.52 | 66.28 |
| 24.00 | 41.21 | 58.21 | 65.98 |
| 25.00 | 40.89 | 57.89 | 65.66 |
| 26.00 | 40.56 | 57.56 | 65.33 |
| 27.00 | 40.22 | 57.22 | 64.99 |
| 28.00 | 39.88 | 56.88 | 64.64 |
| 29.00 | 39.52 | 56.52 | 64.29 |
| 30.00 | 39.17 | 56.17 | 63.93 |
| 31.00 | 38.81 | 55.81 | 63.58 |
| 32.00 | 38.45 | 55.45 | 63.22 |
| 33.00 | 38.09 | 55.09 | 62.86 |
| 34.00 | 37.73 | 54.73 | 62.50 |

ANEXO 2C – LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

O NÍVEL DE RI NO LIMITE DA FAIXA COM PROBABILIDADE DE NÃO SER EXCEDIDO 50% DO TEMPO TODO DO ANO É 33.72 dB

A CORREÇÃO DEVIDO A RESISTIVIDADE DO SOLO É -5 dB

A CORREÇÃO DEVIDO A DENSIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA DA REGIÃO ATRAVESSADA É 0.80 dB

VALOR DA RÁDIO INTERFERÊNCIA CORRIGIDA É 29.52 dB

ESTE VALOR É MENOR DO QUE O VALOR LIMITE DE RÁDIO INTERFERÊNCIA PERMITIDO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO DE 42 dB

PERFIS DE RÁDIO INTERFERÊNCIA:

| XP (m) | RI-QP (dB) à 1MHz | | |
|--------|-------------------|----------|---------|
| | FAIR-L50 | FOUL-L50 | FOUL-L1 |
| -30.00 | 33.21 | 50.21 | 59.66 |
| -29.00 | 33.52 | 50.52 | 59.97 |
| -28.00 | 33.84 | 50.84 | 60.28 |
| -27.00 | 34.15 | 51.15 | 60.59 |
| -26.00 | 34.46 | 51.46 | 60.90 |
| -25.00 | 34.77 | 51.77 | 61.21 |
| -24.00 | 35.08 | 52.08 | 61.52 |
| -23.00 | 35.38 | 52.38 | 61.83 |
| -22.00 | 35.69 | 52.69 | 62.13 |
| -21.00 | 35.98 | 52.98 | 62.43 |
| -20.00 | 36.27 | 53.27 | 62.72 |
| -19.00 | 36.55 | 53.55 | 63.00 |
| -18.00 | 36.82 | 53.82 | 63.27 |
| -17.00 | 37.09 | 54.09 | 63.53 |
| -16.00 | 37.33 | 54.33 | 63.78 |
| -15.00 | 37.57 | 54.57 | 64.01 |
| -14.00 | 37.78 | 54.78 | 64.23 |
| -13.00 | 37.98 | 54.98 | 64.43 |
| -12.00 | 38.16 | 55.16 | 64.61 |
| -11.00 | 38.32 | 55.32 | 64.77 |
| -10.00 | 38.46 | 55.46 | 64.90 |
| -9.00 | 38.57 | 55.57 | 65.01 |
| -8.00 | 38.65 | 55.65 | 65.10 |
| -7.00 | 38.71 | 55.71 | 65.16 |
| -6.00 | 38.75 | 55.75 | 65.19 |
| -5.00 | 38.76 | 55.76 | 65.20 |
| -4.00 | 38.74 | 55.74 | 65.18 |
| -3.00 | 38.70 | 55.70 | 65.14 |
| -2.00 | 38.63 | 55.63 | 65.08 |
| -1.00 | 38.54 | 55.54 | 63.79 |

PERFIS DE RÁDIO INTERFERÊNCIA:

| XP (m) | RI-QP (dB) à 1MHz | | |
|--------|-------------------|----------|---------|
| | FAIR-L50 | FOUL-L50 | FOUL-L1 |
| 0.00 | 38.43 | 55.43 | 63.69 |
| 1.00 | 38.54 | 55.54 | 63.80 |
| 2.00 | 38.63 | 55.63 | 65.08 |
| 3.00 | 38.70 | 55.70 | 65.14 |
| 4.00 | 38.74 | 55.74 | 65.19 |
| 5.00 | 38.76 | 55.76 | 65.20 |
| 6.00 | 38.75 | 55.75 | 65.19 |
| 7.00 | 38.72 | 55.72 | 65.16 |
| 8.00 | 38.66 | 55.66 | 65.10 |
| 9.00 | 38.57 | 55.57 | 65.01 |
| 10.00 | 38.46 | 55.46 | 64.90 |
| 11.00 | 38.32 | 55.32 | 64.77 |
| 12.00 | 38.17 | 55.17 | 64.61 |
| 13.00 | 37.99 | 54.99 | 64.43 |
| 14.00 | 37.79 | 54.79 | 64.23 |
| 15.00 | 37.57 | 54.57 | 64.01 |
| 16.00 | 37.34 | 54.34 | 63.78 |
| 17.00 | 37.09 | 54.09 | 63.53 |
| 18.00 | 36.83 | 53.83 | 63.27 |
| 19.00 | 36.56 | 53.56 | 63.00 |
| 20.00 | 36.27 | 53.27 | 62.72 |
| 21.00 | 35.98 | 52.98 | 62.43 |
| 22.00 | 35.69 | 52.69 | 62.13 |
| 23.00 | 35.39 | 52.39 | 61.83 |
| 24.00 | 35.08 | 52.08 | 61.52 |
| 25.00 | 34.77 | 51.77 | 61.22 |
| 26.00 | 34.46 | 51.46 | 60.91 |
| 27.00 | 34.15 | 51.15 | 60.59 |
| 28.00 | 33.84 | 50.84 | 60.28 |
| 29.00 | 33.53 | 50.53 | 59.97 |
| 30.00 | 33.22 | 50.22 | 59.66 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B

LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO

Rev. 0

Folha 39 de 91

ANEXO 2D – LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

O NÍVEL DE RI NO LIMITE DA FAIXA COM PROBABILIDADE DE NÃO SER EXCEDIDO 50% DO TEMPO
TODO DO ANO É 38.01 dB

A CORREÇÃO DEVIDO A RESISTIVIDADE DO SOLO É -5 dB

A CORREÇÃO DEVIDO A DENSIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA DA REGIÃO ATRAVESSADA É 0.80 dB

VALOR DA RÁDIO INTERFERÊNCIA CORRIGIDA É 33.81 dB

ESTE VALOR É MENOR DO QUE O VALOR LIMITE DE RÁDIO INTERFERÊNCIA PERMITIDO NO LIMITE DA
FAIXA DE SERVIDÃO DE 42 dB

PERFIS DE RÁDIO INTERFERÊNCIA:

| XP (m) | RI-QP (dB) à 1MHz | | |
|--------|-------------------|----------|---------|
| | FAIR-L50 | FOUL-L50 | FOUL-L1 |
| -35.00 | 37.39 | 54.39 | 62.15 |
| -34.00 | 37.74 | 54.74 | 62.51 |
| -33.00 | 38.10 | 55.10 | 62.87 |
| -32.00 | 38.46 | 55.46 | 63.23 |
| -31.00 | 38.82 | 55.82 | 63.59 |
| -30.00 | 39.18 | 56.18 | 63.95 |
| -29.00 | 39.54 | 56.54 | 64.30 |
| -28.00 | 39.89 | 56.89 | 64.66 |
| -27.00 | 40.24 | 57.24 | 65.00 |
| -26.00 | 40.58 | 57.58 | 65.34 |
| -25.00 | 40.91 | 57.91 | 65.67 |
| -24.00 | 41.23 | 58.23 | 65.99 |
| -23.00 | 41.54 | 58.54 | 66.30 |
| -22.00 | 41.83 | 58.83 | 66.59 |
| -21.00 | 42.10 | 59.10 | 66.87 |
| -20.00 | 42.35 | 59.35 | 67.12 |
| -19.00 | 42.58 | 59.58 | 67.35 |
| -18.00 | 42.78 | 59.78 | 67.55 |
| -17.00 | 42.96 | 59.96 | 67.72 |
| -16.00 | 43.16 | 60.16 | 67.93 |
| -15.00 | 43.35 | 60.35 | 68.12 |
| -14.00 | 43.52 | 60.52 | 68.28 |
| -13.00 | 43.66 | 60.66 | 68.42 |
| -12.00 | 43.76 | 60.76 | 68.53 |
| -11.00 | 43.84 | 60.84 | 68.60 |
| -10.00 | 43.88 | 60.88 | 68.65 |
| -9.00 | 43.90 | 60.90 | 68.66 |
| -8.00 | 43.88 | 60.88 | 68.64 |
| -7.00 | 43.83 | 60.83 | 68.59 |
| -6.00 | 43.74 | 60.74 | 68.51 |
| -5.00 | 43.63 | 60.63 | 68.40 |
| -4.00 | 43.49 | 60.49 | 68.25 |
| -3.00 | 43.32 | 60.32 | 68.09 |
| -2.00 | 43.13 | 60.13 | 68.16 |
| -1.00 | 42.91 | 59.91 | 67.94 |

PERFIS DE RÁDIO INTERFERÊNCIA:

| XP (m) | RI-QP (dB) à 1MHz | | |
|--------|-------------------|----------|---------|
| | FAIR-L50 | FOUL-L50 | FOUL-L1 |
| 0.00 | 42.84 | 59.84 | 67.87 |
| 1.00 | 42.91 | 59.91 | 67.94 |
| 2.00 | 43.13 | 60.13 | 68.16 |
| 3.00 | 43.32 | 60.32 | 68.09 |
| 4.00 | 43.49 | 60.49 | 68.25 |
| 5.00 | 43.63 | 60.63 | 68.40 |
| 6.00 | 43.74 | 60.74 | 68.51 |
| 7.00 | 43.83 | 60.83 | 68.59 |
| 8.00 | 43.88 | 60.88 | 68.64 |
| 9.00 | 43.90 | 60.90 | 68.66 |
| 10.00 | 43.88 | 60.88 | 68.65 |
| 11.00 | 43.84 | 60.84 | 68.60 |
| 12.00 | 43.76 | 60.76 | 68.53 |
| 13.00 | 43.66 | 60.66 | 68.42 |
| 14.00 | 43.52 | 60.52 | 68.28 |
| 15.00 | 43.35 | 60.35 | 68.12 |
| 16.00 | 43.16 | 60.16 | 67.93 |
| 17.00 | 42.96 | 59.96 | 67.72 |
| 18.00 | 42.79 | 59.79 | 67.55 |
| 19.00 | 42.58 | 59.58 | 67.35 |
| 20.00 | 42.35 | 59.35 | 67.12 |
| 21.00 | 42.10 | 59.10 | 66.87 |
| 22.00 | 41.83 | 58.83 | 66.59 |
| 23.00 | 41.54 | 58.54 | 66.30 |
| 24.00 | 41.23 | 58.23 | 65.99 |
| 25.00 | 40.91 | 57.91 | 65.67 |
| 26.00 | 40.58 | 57.58 | 65.34 |
| 27.00 | 40.24 | 57.24 | 65.00 |
| 28.00 | 39.89 | 56.89 | 64.66 |
| 29.00 | 39.54 | 56.54 | 64.30 |
| 30.00 | 39.18 | 56.18 | 63.95 |
| 31.00 | 38.82 | 55.82 | 63.59 |
| 32.00 | 38.46 | 55.46 | 63.23 |
| 33.00 | 38.10 | 55.10 | 62.87 |
| 34.00 | 37.75 | 54.75 | 62.51 |
| 35.00 | 37.39 | 54.39 | 62.15 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B

LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO

Rev. 0

Folha 40 de 91

ANEXO 2E – LT 525 KV ITAJAÍ – BIGUAÇU 2 CS

O NÍVEL DE RI NO LIMITE DA FAIXA COM PROBABILIDADE DE NÃO SER EXCEDIDO 50% DO TEMPO TODO DO ANO É 33.71 dB

A CORREÇÃO DEVIDO A RESISTIVIDADE DO SOLO É -5 dB

A CORREÇÃO DEVIDO A DENSIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA DA REGIÃO ATRAVESSADA É 3.20 dB

VALOR DA RÁDIO INTERFERÊNCIA CORRIGIDA É 31.91 dB

ESTE VALOR É MENOR DO QUE O VALOR LIMITE DE RÁDIO INTERFERÊNCIA PERMITIDO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO DE 42 dB

PERFIS DE RÁDIO INTERFERÊNCIA:

| XP (m) | RI-QP (dB) à 1MHz | | |
|--------|-------------------|----------|---------|
| | FAIR-L50 | FOUL-L50 | FOUL-L1 |
| -30.00 | 33.21 | 50.21 | 59.66 |
| -29.00 | 33.52 | 50.52 | 59.97 |
| -28.00 | 33.83 | 50.83 | 60.28 |
| -27.00 | 34.14 | 51.14 | 60.59 |
| -26.00 | 34.45 | 51.45 | 60.90 |
| -25.00 | 34.76 | 51.76 | 61.21 |
| -24.00 | 35.07 | 52.07 | 61.52 |
| -23.00 | 35.38 | 52.38 | 61.82 |
| -22.00 | 35.68 | 52.68 | 62.12 |
| -21.00 | 35.97 | 52.97 | 62.42 |
| -20.00 | 36.26 | 53.26 | 62.71 |
| -19.00 | 36.55 | 53.55 | 62.99 |
| -18.00 | 36.82 | 53.82 | 63.26 |
| -17.00 | 37.08 | 54.08 | 63.52 |
| -16.00 | 37.33 | 54.33 | 63.77 |
| -15.00 | 37.56 | 54.56 | 64.01 |
| -14.00 | 37.78 | 54.78 | 64.22 |
| -13.00 | 37.98 | 54.98 | 64.42 |
| -12.00 | 38.15 | 55.15 | 64.60 |
| -11.00 | 38.31 | 55.31 | 64.76 |
| -10.00 | 38.45 | 55.45 | 64.89 |
| -9.00 | 38.56 | 55.56 | 65.00 |
| -8.00 | 38.64 | 55.64 | 65.09 |
| -7.00 | 38.70 | 55.70 | 65.15 |
| -6.00 | 38.74 | 55.74 | 65.18 |
| -5.00 | 38.75 | 55.75 | 65.19 |
| -4.00 | 38.73 | 55.73 | 65.18 |
| -3.00 | 38.69 | 55.69 | 65.13 |
| -2.00 | 38.62 | 55.62 | 65.07 |
| -1.00 | 38.53 | 55.53 | 63.78 |

PERFIS DE RÁDIO INTERFERÊNCIA:

| XP (m) | RI-QP (dB) à 1MHz | | |
|--------|-------------------|----------|---------|
| | FAIR-L50 | FOUL-L50 | FOUL-L1 |
| 0.00 | 38.42 | 55.42 | 63.68 |
| 1.00 | 38.53 | 55.53 | 63.79 |
| 2.00 | 38.62 | 55.62 | 65.07 |
| 3.00 | 38.69 | 55.69 | 65.13 |
| 4.00 | 38.73 | 55.73 | 65.18 |
| 5.00 | 38.75 | 55.75 | 65.19 |
| 6.00 | 38.74 | 55.74 | 65.19 |
| 7.00 | 38.71 | 55.71 | 65.15 |
| 8.00 | 38.65 | 55.65 | 65.09 |
| 9.00 | 38.56 | 55.56 | 65.00 |
| 10.00 | 38.45 | 55.45 | 64.89 |
| 11.00 | 38.32 | 55.32 | 64.76 |
| 12.00 | 38.16 | 55.16 | 64.60 |
| 13.00 | 37.98 | 54.98 | 64.42 |
| 14.00 | 37.78 | 54.78 | 64.22 |
| 15.00 | 37.56 | 54.56 | 64.01 |
| 16.00 | 37.33 | 54.33 | 63.77 |
| 17.00 | 37.08 | 54.08 | 63.53 |
| 18.00 | 36.82 | 53.82 | 63.26 |
| 19.00 | 36.55 | 53.55 | 62.99 |
| 20.00 | 36.27 | 53.27 | 62.71 |
| 21.00 | 35.98 | 52.98 | 62.42 |
| 22.00 | 35.68 | 52.68 | 62.13 |
| 23.00 | 35.38 | 52.38 | 61.83 |
| 24.00 | 35.08 | 52.08 | 61.52 |
| 25.00 | 34.77 | 51.77 | 61.21 |
| 26.00 | 34.46 | 51.46 | 60.90 |
| 27.00 | 34.15 | 51.15 | 60.59 |
| 28.00 | 33.84 | 50.84 | 60.28 |
| 29.00 | 33.52 | 50.52 | 59.97 |
| 30.00 | 33.21 | 50.21 | 59.66 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B

LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO

Rev. 0

Folha 41 de 91

ANEXO 2F – LT 525 KV ITAJAÍ – BIGUAÇU 2 CD

O NÍVEL DE RI NO LIMITE DA FAIXA COM PROBABILIDADE DE NÃO SER EXCEDIDO 50% DO TEMPO TODO DO ANO É 38.00 dB

A CORREÇÃO DEVIDO A RESISTIVIDADE DO SOLO É -5 dB

A CORREÇÃO DEVIDO A DENSIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA DA REGIÃO ATRAVESSADA É 3.20 dB

VALOR DA RÁDIO INTERFERÊNCIA CORRIGIDA É 36.20 dB

ESTE VALOR É MENOR DO QUE O VALOR LIMITE DE RÁDIO INTERFERÊNCIA PERMITIDO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO DE 42 dB

PERFIS DE RÁDIO INTERFERÊNCIA:

| XP (m) | RI-QP (dB) à 1MHz | | |
|--------|-------------------|----------|---------|
| | FAIR-L50 | FOUL-L50 | FOUL-L1 |
| -35.00 | 37.38 | 54.38 | 62.15 |
| -34.00 | 37.74 | 54.74 | 62.50 |
| -33.00 | 38.10 | 55.10 | 62.86 |
| -32.00 | 38.46 | 55.46 | 63.22 |
| -31.00 | 38.82 | 55.82 | 63.58 |
| -30.00 | 39.17 | 56.17 | 63.94 |
| -29.00 | 39.53 | 56.53 | 64.30 |
| -28.00 | 39.88 | 56.88 | 64.65 |
| -27.00 | 40.23 | 57.23 | 64.99 |
| -26.00 | 40.57 | 57.57 | 65.33 |
| -25.00 | 40.90 | 57.90 | 65.66 |
| -24.00 | 41.22 | 58.22 | 65.98 |
| -23.00 | 41.53 | 58.53 | 66.29 |
| -22.00 | 41.82 | 58.82 | 66.58 |
| -21.00 | 42.09 | 59.09 | 66.85 |
| -20.00 | 42.34 | 59.34 | 67.11 |
| -19.00 | 42.57 | 59.57 | 67.34 |
| -18.00 | 42.77 | 59.77 | 67.54 |
| -17.00 | 42.95 | 59.95 | 67.71 |
| -16.00 | 43.15 | 60.15 | 67.92 |
| -15.00 | 43.34 | 60.34 | 68.11 |
| -14.00 | 43.51 | 60.51 | 68.27 |
| -13.00 | 43.64 | 60.64 | 68.41 |
| -12.00 | 43.75 | 60.75 | 68.52 |
| -11.00 | 43.83 | 60.83 | 68.59 |
| -10.00 | 43.87 | 60.87 | 68.64 |
| -9.00 | 43.88 | 60.88 | 68.65 |
| -8.00 | 43.86 | 60.86 | 68.63 |
| -7.00 | 43.81 | 60.81 | 68.58 |
| -6.00 | 43.73 | 60.73 | 68.50 |
| -5.00 | 43.62 | 60.62 | 68.38 |
| -4.00 | 43.48 | 60.48 | 68.24 |
| -3.00 | 43.31 | 60.31 | 68.07 |
| -2.00 | 43.12 | 60.12 | 68.15 |
| -1.00 | 42.90 | 59.90 | 67.93 |

PERFIS DE RÁDIO INTERFERÊNCIA:

| XP (m) | RI-QP (dB) à 1MHz | | |
|--------|-------------------|----------|---------|
| | FAIR-L50 | FOUL-L50 | FOUL-L1 |
| 0.00 | 42.82 | 59.82 | 67.86 |
| 1.00 | 42.90 | 59.90 | 67.93 |
| 2.00 | 43.12 | 60.12 | 68.15 |
| 3.00 | 43.31 | 60.31 | 68.08 |
| 4.00 | 43.48 | 60.48 | 68.24 |
| 5.00 | 43.62 | 60.62 | 68.38 |
| 6.00 | 43.73 | 60.73 | 68.50 |
| 7.00 | 43.81 | 60.81 | 68.58 |
| 8.00 | 43.86 | 60.86 | 68.63 |
| 9.00 | 43.88 | 60.88 | 68.65 |
| 10.00 | 43.87 | 60.87 | 68.64 |
| 11.00 | 43.83 | 60.83 | 68.59 |
| 12.00 | 43.75 | 60.75 | 68.52 |
| 13.00 | 43.64 | 60.64 | 68.41 |
| 14.00 | 43.51 | 60.51 | 68.27 |
| 15.00 | 43.34 | 60.34 | 68.11 |
| 16.00 | 43.15 | 60.15 | 67.92 |
| 17.00 | 42.95 | 59.95 | 67.71 |
| 18.00 | 42.77 | 59.77 | 67.54 |
| 19.00 | 42.57 | 59.57 | 67.34 |
| 20.00 | 42.34 | 59.34 | 67.11 |
| 21.00 | 42.09 | 59.09 | 66.86 |
| 22.00 | 41.82 | 58.82 | 66.58 |
| 23.00 | 41.53 | 58.53 | 66.29 |
| 24.00 | 41.22 | 58.22 | 65.98 |
| 25.00 | 40.90 | 57.90 | 65.66 |
| 26.00 | 40.57 | 57.57 | 65.33 |
| 27.00 | 40.23 | 57.23 | 64.99 |
| 28.00 | 39.88 | 56.88 | 64.65 |
| 29.00 | 39.53 | 56.53 | 64.30 |
| 30.00 | 39.18 | 56.18 | 63.94 |
| 31.00 | 38.82 | 55.82 | 63.58 |
| 32.00 | 38.46 | 55.46 | 63.22 |
| 33.00 | 38.10 | 55.10 | 62.86 |
| 34.00 | 37.74 | 54.74 | 62.50 |
| 35.00 | 37.38 | 54.38 | 62.15 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B

LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO

Rev. 0

Folha 42 de 91

ANEXO 3 – RELATÓRIO DE SAÍDA – RUÍDO AUDÍVEL

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 43 de 91 |

ANEXO 3A – LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CS

 PERFIL DE RUÍDO AUDÍVEL - FOUL WEATHER:

O MAIOR VALOR DE RUÍDO AUDÍVEL ENCONTRADO NOS LIMITES DA FAIXA DE SERVIDÃO É 43.70 dBA
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 58 dBA

| XP (m) | L50 (dBA) | L5 (dBA) | XP (m) | L50 (dBA) | L5 (dBA) |
|--------|-----------|----------|--------|-----------|----------|
| -30.00 | 43.70 | 49.27 | 0.00 | 45.90 | 51.50 |
| -29.00 | 43.80 | 49.38 | 1.00 | 45.89 | 51.50 |
| -28.00 | 43.91 | 49.48 | 2.00 | 45.88 | 51.49 |
| -27.00 | 44.01 | 49.59 | 3.00 | 45.87 | 51.47 |
| -26.00 | 44.12 | 49.70 | 4.00 | 45.85 | 51.45 |
| -25.00 | 44.22 | 49.81 | 5.00 | 45.82 | 51.42 |
| -24.00 | 44.33 | 49.91 | 6.00 | 45.78 | 51.39 |
| -23.00 | 44.43 | 50.02 | 7.00 | 45.74 | 51.34 |
| -22.00 | 44.54 | 50.12 | 8.00 | 45.69 | 51.30 |
| -21.00 | 44.64 | 50.23 | 9.00 | 45.64 | 51.24 |
| -20.00 | 44.74 | 50.33 | 10.00 | 45.58 | 51.18 |
| -19.00 | 44.84 | 50.43 | 11.00 | 45.52 | 51.12 |
| -18.00 | 44.93 | 50.53 | 12.00 | 45.45 | 51.05 |
| -17.00 | 45.03 | 50.62 | 13.00 | 45.37 | 50.97 |
| -16.00 | 45.12 | 50.72 | 14.00 | 45.29 | 50.89 |
| -15.00 | 45.21 | 50.80 | 15.00 | 45.21 | 50.81 |
| -14.00 | 45.29 | 50.89 | 16.00 | 45.12 | 50.72 |
| -13.00 | 45.37 | 50.97 | 17.00 | 45.03 | 50.62 |
| -12.00 | 45.45 | 51.05 | 18.00 | 44.93 | 50.53 |
| -11.00 | 45.52 | 51.12 | 19.00 | 44.84 | 50.43 |
| -10.00 | 45.58 | 51.18 | 20.00 | 44.74 | 50.33 |
| -9.00 | 45.64 | 51.24 | 21.00 | 44.64 | 50.23 |
| -8.00 | 45.69 | 51.30 | 22.00 | 44.54 | 50.12 |
| -7.00 | 45.74 | 51.34 | 23.00 | 44.43 | 50.02 |
| -6.00 | 45.78 | 51.38 | 24.00 | 44.33 | 49.91 |
| -5.00 | 45.82 | 51.42 | 25.00 | 44.22 | 49.81 |
| -4.00 | 45.85 | 51.45 | 26.00 | 44.12 | 49.70 |
| -3.00 | 45.87 | 51.47 | 27.00 | 44.01 | 49.59 |
| -2.00 | 45.88 | 51.49 | 28.00 | 43.91 | 49.48 |
| -1.00 | 45.89 | 51.50 | 29.00 | 43.80 | 49.38 |
| | | | 30.00 | 43.70 | 49.27 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
 SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B

LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO

Rev. 0

Folha 44 de 91

ANEXO 3B – LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CD

 PERFIL DE RUÍDO AUDÍVEL - FOUL WEATHER:

O MAIOR VALOR DE RUÍDO AUDÍVEL ENCONTRADO NOS LIMITES DA FAIXA DE SERVIDÃO É 49.91 dBA
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 58 dBA

| XP (m) | L50 (dBA) | L5 (dBA) | XP (m) | L50 (dBA) | L5 (dBA) |
|--------|-----------|----------|--------|-----------|----------|
| -34.00 | 49.91 | 54.52 | 0.00 | 52.32 | 56.93 |
| -33.00 | 50.02 | 54.63 | 1.00 | 52.32 | 56.93 |
| -32.00 | 50.12 | 54.73 | 2.00 | 52.31 | 56.93 |
| -31.00 | 50.23 | 54.84 | 3.00 | 52.30 | 56.91 |
| -30.00 | 50.33 | 54.94 | 4.00 | 52.28 | 56.90 |
| -29.00 | 50.44 | 55.05 | 5.00 | 52.26 | 56.88 |
| -28.00 | 50.54 | 55.15 | 6.00 | 52.23 | 56.85 |
| -27.00 | 50.65 | 55.26 | 7.00 | 52.20 | 56.82 |
| -26.00 | 50.75 | 55.36 | 8.00 | 52.17 | 56.78 |
| -25.00 | 50.86 | 55.47 | 9.00 | 52.13 | 56.74 |
| -24.00 | 50.96 | 55.57 | 10.00 | 52.08 | 56.69 |
| -23.00 | 51.06 | 55.67 | 11.00 | 52.03 | 56.64 |
| -22.00 | 51.16 | 55.77 | 12.00 | 51.97 | 56.58 |
| -21.00 | 51.26 | 55.86 | 13.00 | 51.91 | 56.52 |
| -20.00 | 51.35 | 55.96 | 14.00 | 51.84 | 56.45 |
| -19.00 | 51.44 | 56.05 | 15.00 | 51.77 | 56.38 |
| -18.00 | 51.53 | 56.14 | 16.00 | 51.69 | 56.30 |
| -17.00 | 51.61 | 56.22 | 17.00 | 51.61 | 56.22 |
| -16.00 | 51.69 | 56.30 | 18.00 | 51.53 | 56.14 |
| -15.00 | 51.77 | 56.38 | 19.00 | 51.44 | 56.05 |
| -14.00 | 51.84 | 56.45 | 20.00 | 51.35 | 55.96 |
| -13.00 | 51.91 | 56.52 | 21.00 | 51.26 | 55.86 |
| -12.00 | 51.97 | 56.58 | 22.00 | 51.16 | 55.77 |
| -11.00 | 52.03 | 56.64 | 23.00 | 51.06 | 55.67 |
| -10.00 | 52.08 | 56.69 | 24.00 | 50.96 | 55.57 |
| -9.00 | 52.13 | 56.74 | 25.00 | 50.86 | 55.46 |
| -8.00 | 52.17 | 56.78 | 26.00 | 50.75 | 55.36 |
| -7.00 | 52.20 | 56.82 | 27.00 | 50.65 | 55.26 |
| -6.00 | 52.23 | 56.85 | 28.00 | 50.54 | 55.15 |
| -5.00 | 52.26 | 56.88 | 29.00 | 50.44 | 55.05 |
| -4.00 | 52.28 | 56.90 | 30.00 | 50.33 | 54.94 |
| -3.00 | 52.30 | 56.91 | 31.00 | 50.23 | 54.84 |
| -2.00 | 52.31 | 56.93 | 32.00 | 50.12 | 54.73 |
| -1.00 | 52.32 | 56.93 | 33.00 | 50.02 | 54.63 |
| | | | 34.00 | 49.91 | 54.52 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
 SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B

LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO

Rev. 0

Folha 45 de 91

ANEXO 3C – LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

PERFIL DE RUÍDO AUDÍVEL - FOUL WEATHER:

O MAIOR VALOR DE RUÍDO AUDÍVEL ENCONTRADO NOS LIMITES DA FAIXA DE SERVIDÃO É 43.71 dBA
ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 58 dBA

| XP (m) | L50 (dBA) | L5 (dBA) | XP (m) | L50 (dBA) | L5 (dBA) |
|--------|-----------|----------|--------|-----------|----------|
| -30.00 | 43.71 | 49.28 | 0.00 | 45.91 | 51.51 |
| -29.00 | 43.81 | 49.38 | 1.00 | 45.91 | 51.51 |
| -28.00 | 43.92 | 49.49 | 2.00 | 45.90 | 51.50 |
| -27.00 | 44.02 | 49.60 | 3.00 | 45.88 | 51.48 |
| -26.00 | 44.13 | 49.71 | 4.00 | 45.86 | 51.46 |
| -25.00 | 44.23 | 49.81 | 5.00 | 45.83 | 51.43 |
| -24.00 | 44.34 | 49.92 | 6.00 | 45.79 | 51.40 |
| -23.00 | 44.44 | 50.03 | 7.00 | 45.75 | 51.35 |
| -22.00 | 44.55 | 50.13 | 8.00 | 45.71 | 51.31 |
| -21.00 | 44.65 | 50.24 | 9.00 | 45.65 | 51.25 |
| -20.00 | 44.75 | 50.34 | 10.00 | 45.59 | 51.19 |
| -19.00 | 44.85 | 50.44 | 11.00 | 45.53 | 51.13 |
| -18.00 | 44.94 | 50.54 | 12.00 | 45.46 | 51.06 |
| -17.00 | 45.04 | 50.63 | 13.00 | 45.38 | 50.98 |
| -16.00 | 45.13 | 50.73 | 14.00 | 45.30 | 50.90 |
| -15.00 | 45.22 | 50.81 | 15.00 | 45.22 | 50.81 |
| -14.00 | 45.30 | 50.90 | 16.00 | 45.13 | 50.73 |
| -13.00 | 45.38 | 50.98 | 17.00 | 45.04 | 50.63 |
| -12.00 | 45.46 | 51.06 | 18.00 | 44.95 | 50.54 |
| -11.00 | 45.53 | 51.13 | 19.00 | 44.85 | 50.44 |
| -10.00 | 45.59 | 51.19 | 20.00 | 44.75 | 50.34 |
| -9.00 | 45.65 | 51.25 | 21.00 | 44.65 | 50.24 |
| -8.00 | 45.71 | 51.31 | 22.00 | 44.55 | 50.13 |
| -7.00 | 45.75 | 51.35 | 23.00 | 44.44 | 50.03 |
| -6.00 | 45.79 | 51.40 | 24.00 | 44.34 | 49.92 |
| -5.00 | 45.83 | 51.43 | 25.00 | 44.23 | 49.81 |
| -4.00 | 45.86 | 51.46 | 26.00 | 44.13 | 49.71 |
| -3.00 | 45.88 | 51.48 | 27.00 | 44.02 | 49.60 |
| -2.00 | 45.90 | 51.50 | 28.00 | 43.92 | 49.49 |
| -1.00 | 45.91 | 51.51 | 29.00 | 43.81 | 49.39 |
| | | | 30.00 | 43.71 | 49.28 |

| |
|--|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 |
|--|

| |
|-------------------------|
| LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
|-------------------------|

| |
|------------------------------|
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO |
|------------------------------|

| |
|--------|
| Rev. 0 |
|--------|

| |
|----------------|
| Folha 46 de 91 |
|----------------|

ANEXO 3D – LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD

PERFIL DE RUÍDO AUDÍVEL – FOUL WEATHER:

O MAIOR VALOR DE RUÍDO AUDÍVEL ENCONTRADO NOS LIMITES DA FAIXA DE SERVIDÃO É 49.81 dBA
ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 58 dBA

| XP (m) | L50 (dBA) | L5 (dBA) | XP (m) | L50 (dBA) | L5 (dBA) |
|--------|-----------|----------|--------|-----------|----------|
| -35.00 | 49.81 | 54.42 | 0.00 | 52.33 | 56.94 |
| -34.00 | 49.92 | 54.53 | 1.00 | 52.33 | 56.94 |
| -33.00 | 50.02 | 54.63 | 2.00 | 52.32 | 56.93 |
| -32.00 | 50.13 | 54.74 | 3.00 | 52.31 | 56.92 |
| -31.00 | 50.23 | 54.84 | 4.00 | 52.29 | 56.90 |
| -30.00 | 50.34 | 54.95 | 5.00 | 52.27 | 56.88 |
| -29.00 | 50.44 | 55.05 | 6.00 | 52.24 | 56.86 |
| -28.00 | 50.55 | 55.16 | 7.00 | 52.21 | 56.83 |
| -27.00 | 50.65 | 55.26 | 8.00 | 52.18 | 56.79 |
| -26.00 | 50.76 | 55.37 | 9.00 | 52.14 | 56.75 |
| -25.00 | 50.86 | 55.47 | 10.00 | 52.09 | 56.70 |
| -24.00 | 50.97 | 55.57 | 11.00 | 52.04 | 56.65 |
| -23.00 | 51.07 | 55.67 | 12.00 | 51.98 | 56.59 |
| -22.00 | 51.17 | 55.77 | 13.00 | 51.92 | 56.53 |
| -21.00 | 51.26 | 55.87 | 14.00 | 51.85 | 56.46 |
| -20.00 | 51.36 | 55.97 | 15.00 | 51.78 | 56.39 |
| -19.00 | 51.45 | 56.06 | 16.00 | 51.70 | 56.31 |
| -18.00 | 51.54 | 56.15 | 17.00 | 51.62 | 56.23 |
| -17.00 | 51.62 | 56.23 | 18.00 | 51.54 | 56.15 |
| -16.00 | 51.70 | 56.31 | 19.00 | 51.45 | 56.06 |
| -15.00 | 51.78 | 56.39 | 20.00 | 51.36 | 55.97 |
| -14.00 | 51.85 | 56.46 | 21.00 | 51.26 | 55.87 |
| -13.00 | 51.92 | 56.53 | 22.00 | 51.17 | 55.77 |
| -12.00 | 51.98 | 56.59 | 23.00 | 51.07 | 55.67 |
| -11.00 | 52.04 | 56.65 | 24.00 | 50.97 | 55.57 |
| -10.00 | 52.09 | 56.70 | 25.00 | 50.86 | 55.47 |
| -9.00 | 52.14 | 56.75 | 26.00 | 50.76 | 55.37 |
| -8.00 | 52.18 | 56.79 | 27.00 | 50.65 | 55.26 |
| -7.00 | 52.21 | 56.83 | 28.00 | 50.55 | 55.16 |
| -6.00 | 52.24 | 56.86 | 29.00 | 50.44 | 55.05 |
| -5.00 | 52.27 | 56.88 | 30.00 | 50.34 | 54.95 |
| -4.00 | 52.29 | 56.90 | 31.00 | 50.23 | 54.84 |
| -3.00 | 52.31 | 56.92 | 32.00 | 50.13 | 54.74 |
| -2.00 | 52.32 | 56.93 | 33.00 | 50.02 | 54.63 |
| -1.00 | 52.33 | 56.94 | 34.00 | 49.92 | 54.53 |
| | | | 35.00 | 49.81 | 54.42 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 47 de 91 |

ANEXO 4 – RELATÓRIOS DE SAÍDA – CAMPO ELÉTRICO

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 48 de 91 |

ANEXO 4A – LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

 LT 525 KV AREIA – JOINVILLE DO SUL CS 09/04/2019
 DISTÂNCIA CONDUTOR-SOLO: 12.5 m – LOCAIS ACESSÍVEIS A MÁQUINAS E TRAVESSIAS
 (LONGA DURAÇÃO)

PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO SOB A LT:

O MAIOR VALOR DE CAMPO ELÉTRICO ENCONTRADO DENTRO DA FAIXA DE SERVIDÃO É 7.19 kV/m
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 8.33 kV/m

O MAIOR VALOR DE CAMPO ELÉTRICO ENCONTRADO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO É 1.46 kV/m
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 4.17 kV/m

CORRENTES INDUZIDAS (CAMPO ELÉTRICO 7.19 kV/m):

COLHEITADEIRA: 2.87 mA

TRATOR DE FAZENDA PUXANDO CARROÇA: 0.43 mA

TRATOR DE FAZENDA: 2.73 mA

CARRETA DE GRANDE PORTE: 4.60 mA

ÔNIBUS: 2.80 mA

ALTURA AO SOLO = 1.5 m

| XP (m) | E (kV/m) | XP (m) | E (kV/m) |
|--------|----------|--------|----------|
| -30.00 | 1.46 | 0.00 | 2.85 |
| -29.00 | 1.60 | 1.00 | 3.04 |
| -28.00 | 1.74 | 2.00 | 3.55 |
| -27.00 | 1.91 | 3.00 | 4.22 |
| -26.00 | 2.09 | 4.00 | 4.94 |
| -25.00 | 2.29 | 5.00 | 5.62 |
| -24.00 | 2.52 | 6.00 | 6.21 |
| -23.00 | 2.77 | 7.00 | 6.68 |
| -22.00 | 3.05 | 8.00 | 7.01 |
| -21.00 | 3.35 | 9.00 | 7.17 |
| -20.00 | 3.69 | 10.00 | 7.18 |
| -19.00 | 4.05 | 11.00 | 7.06 |
| -18.00 | 4.44 | 12.00 | 6.82 |
| -17.00 | 4.85 | 13.00 | 6.50 |
| -16.00 | 5.27 | 14.00 | 6.12 |
| -15.00 | 5.70 | 15.00 | 5.70 |
| -14.00 | 6.12 | 16.00 | 5.27 |
| -13.00 | 6.50 | 17.00 | 4.85 |
| -12.00 | 6.82 | 18.00 | 4.44 |
| -11.00 | 7.06 | 19.00 | 4.05 |
| -10.00 | 7.19 | 20.00 | 3.68 |
| -9.00 | 7.17 | 21.00 | 3.35 |
| -8.00 | 7.01 | 22.00 | 3.05 |
| -7.00 | 6.69 | 23.00 | 2.77 |
| -6.00 | 6.22 | 24.00 | 2.52 |
| -5.00 | 5.62 | 25.00 | 2.29 |
| -4.00 | 4.94 | 26.00 | 2.09 |
| -3.00 | 4.22 | 27.00 | 1.91 |
| -2.00 | 3.55 | 28.00 | 1.74 |
| -1.00 | 3.04 | 29.00 | 1.59 |
| | | 30.00 | 1.46 |

CAMPO MÉDIO EQUIVALENTE = 1.87 kV/m

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 49 de 91 |

 LT 525 KV AREIA - JOINVILLE DO SUL CS 09/04/2019
 DISTÂNCIA CONDUTOR-SOLO: 11.9 m - (CURTA DURAÇÃO - MÁQUINAS AGRÍCOLAS)

PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO SOB A LT:

O MAIOR VALOR DE CAMPO ELÉTRICO ENCONTRADO DENTRO DA FAIXA DE SERVIDÃO É 7.79 kV/m
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 8.33 kV/m

O MAIOR VALOR DE CAMPO ELÉTRICO ENCONTRADO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO É 1.44 kV/m
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 4.17 kV/m

ALTURA AO SOLO = 1.5 m

| XP (m) | E (kV/m) | XP (m) | E (kV/m) |
|--------|----------|--------|----------|
| -30.00 | 1.44 | 0.00 | 2.93 |
| -29.00 | 1.58 | 1.00 | 3.15 |
| -28.00 | 1.73 | 2.00 | 3.74 |
| -27.00 | 1.89 | 3.00 | 4.51 |
| -26.00 | 2.08 | 4.00 | 5.32 |
| -25.00 | 2.29 | 5.00 | 6.09 |
| -24.00 | 2.52 | 6.00 | 6.76 |
| -23.00 | 2.78 | 7.00 | 7.28 |
| -22.00 | 3.07 | 8.00 | 7.63 |
| -21.00 | 3.40 | 9.00 | 7.79 |
| -20.00 | 3.75 | 10.00 | 7.77 |
| -19.00 | 4.14 | 11.00 | 7.60 |
| -18.00 | 4.57 | 12.00 | 7.30 |
| -17.00 | 5.02 | 13.00 | 6.91 |
| -16.00 | 5.50 | 14.00 | 6.46 |
| -15.00 | 5.98 | 15.00 | 5.98 |
| -14.00 | 6.46 | 16.00 | 5.49 |
| -13.00 | 6.91 | 17.00 | 5.02 |
| -12.00 | 7.30 | 18.00 | 4.57 |
| -11.00 | 7.60 | 19.00 | 4.14 |
| -10.00 | 7.77 | 20.00 | 3.75 |
| -9.00 | 7.79 | 21.00 | 3.39 |
| -8.00 | 7.63 | 22.00 | 3.07 |
| -7.00 | 7.28 | 23.00 | 2.78 |
| -6.00 | 6.76 | 24.00 | 2.52 |
| -5.00 | 6.09 | 25.00 | 2.29 |
| -4.00 | 5.32 | 26.00 | 2.08 |
| -3.00 | 4.51 | 27.00 | 1.89 |
| -2.00 | 3.74 | 28.00 | 1.72 |
| -1.00 | 3.16 | 29.00 | 1.57 |
| | | 30.00 | 1.44 |

CAMPO MÉDIO EQUIVALENTE = 1.92 kV/m

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 50 de 91 |

ANEXO 4B – LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CD

 LT 525 KV AREIA - JOINVILLE DO SUL CD 09/04/2019
 DISTÂNCIA CONDUTOR-SOLO: 12.5 m - LOCAIS ACESSÍVEIS A MÁQUINAS E TRAVESSIAS
 (LONGA DURAÇÃO)

PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO SOB A LT:

O MAIOR VALOR DE CAMPO ELÉTRICO ENCONTRADO DENTRO DA FAIXA DE SERVIDÃO É 7.46 kV/m
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 8.33 kV/m

O MAIOR VALOR DE CAMPO ELÉTRICO ENCONTRADO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO É 1.30 kV/m
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 4.17 kV/m

CORRENTES INDUZIDAS (CAMPO ELÉTRICO 7.46 kV/m):

COLHEITADEIRA: 2.98 mA

TRATOR DE FAZENDA PUXANDO CARROÇA: 0.45 mA

TRATOR DE FAZENDA: 2.83 mA

CARRETA DE GRANDE PORTE: 4.77 mA

ÔNIBUS: 2.91 mA

ALTURA AO SOLO = 1.5 m

| XP (m) | E (kV/m) | | |
|--------|----------|-------|------|
| | | 0.00 | 7.46 |
| -34.00 | 1.30 | 1.00 | 7.43 |
| -33.00 | 1.41 | 2.00 | 7.32 |
| -32.00 | 1.54 | 3.00 | 7.16 |
| -31.00 | 1.69 | 4.00 | 6.94 |
| -30.00 | 1.85 | 5.00 | 6.68 |
| -29.00 | 2.03 | 6.00 | 6.41 |
| -28.00 | 2.23 | 7.00 | 6.17 |
| -27.00 | 2.46 | 8.00 | 6.01 |
| -26.00 | 2.71 | 9.00 | 5.94 |
| -25.00 | 2.98 | 10.00 | 5.97 |
| -24.00 | 3.29 | 11.00 | 6.06 |
| -23.00 | 3.62 | 12.00 | 6.17 |
| -22.00 | 3.97 | 13.00 | 6.24 |
| -21.00 | 4.34 | 14.00 | 6.25 |
| -20.00 | 4.71 | 15.00 | 6.17 |
| -19.00 | 5.08 | 16.00 | 5.99 |
| -18.00 | 5.43 | 17.00 | 5.74 |
| -17.00 | 5.74 | 18.00 | 5.43 |
| -16.00 | 5.99 | 19.00 | 5.08 |
| -15.00 | 6.17 | 20.00 | 4.71 |
| -14.00 | 6.25 | 21.00 | 4.34 |
| -13.00 | 6.24 | 22.00 | 3.97 |
| -12.00 | 6.17 | 23.00 | 3.62 |
| -11.00 | 6.06 | 24.00 | 3.29 |
| -10.00 | 5.97 | 25.00 | 2.98 |
| -9.00 | 5.94 | 26.00 | 2.71 |
| -8.00 | 6.01 | 27.00 | 2.46 |
| -7.00 | 6.17 | 28.00 | 2.23 |
| -6.00 | 6.41 | 29.00 | 2.03 |
| -5.00 | 6.68 | 30.00 | 1.85 |
| -4.00 | 6.94 | 31.00 | 1.69 |
| -3.00 | 7.16 | 32.00 | 1.54 |
| -2.00 | 7.32 | 33.00 | 1.41 |
| -1.00 | 7.43 | 34.00 | 1.30 |

CAMPO MÉDIO EQUIVALENTE = 0.78 kV/m

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 51 de 91 |

 LT 525 KV AREIA - JOINVILLE DO SUL CD 09/04/2019
 DISTÂNCIA CONDUTOR-SOLO: 11.9 m - (CURTA DURAÇÃO - MÁQUINAS AGRÍCOLAS)

PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO SOB A LT:

O MAIOR VALOR DE CAMPO ELÉTRICO ENCONTRADO DENTRO DA FAIXA DE SERVIDÃO É 8.05 kV/m
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 8.33 kV/m

O MAIOR VALOR DE CAMPO ELÉTRICO ENCONTRADO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO É 1.29 kV/m
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 4.17 kV/m

ALTURA AO SOLO = 1.5 m

| XP (m) | E (kV/m) | XP (m) | E (kV/m) |
|--------|----------|--------|----------|
| -34.00 | 1.29 | 0.00 | 8.05 |
| -33.00 | 1.40 | 1.00 | 8.02 |
| -32.00 | 1.53 | 2.00 | 7.91 |
| -31.00 | 1.68 | 3.00 | 7.73 |
| -30.00 | 1.84 | 4.00 | 7.48 |
| -29.00 | 2.03 | 5.00 | 7.19 |
| -28.00 | 2.24 | 6.00 | 6.89 |
| -27.00 | 2.48 | 7.00 | 6.62 |
| -26.00 | 2.74 | 8.00 | 6.43 |
| -25.00 | 3.04 | 9.00 | 6.36 |
| -24.00 | 3.36 | 10.00 | 6.41 |
| -23.00 | 3.72 | 11.00 | 6.54 |
| -22.00 | 4.11 | 12.00 | 6.68 |
| -21.00 | 4.52 | 13.00 | 6.77 |
| -20.00 | 4.95 | 14.00 | 6.77 |
| -19.00 | 5.37 | 15.00 | 6.67 |
| -18.00 | 5.78 | 16.00 | 6.46 |
| -17.00 | 6.15 | 17.00 | 6.15 |
| -16.00 | 6.46 | 18.00 | 5.78 |
| -15.00 | 6.67 | 19.00 | 5.37 |
| -14.00 | 6.77 | 20.00 | 4.95 |
| -13.00 | 6.77 | 21.00 | 4.52 |
| -12.00 | 6.68 | 22.00 | 4.11 |
| -11.00 | 6.54 | 23.00 | 3.72 |
| -10.00 | 6.41 | 24.00 | 3.36 |
| -9.00 | 6.36 | 25.00 | 3.04 |
| -8.00 | 6.43 | 26.00 | 2.74 |
| -7.00 | 6.62 | 27.00 | 2.48 |
| -6.00 | 6.89 | 28.00 | 2.24 |
| -5.00 | 7.19 | 29.00 | 2.03 |
| -4.00 | 7.48 | 30.00 | 1.84 |
| -3.00 | 7.73 | 31.00 | 1.68 |
| -2.00 | 7.91 | 32.00 | 1.53 |
| -1.00 | 8.02 | 33.00 | 1.40 |
| | | 34.00 | 1.29 |

CAMPO MÉDIO EQUIVALENTE = 0.82 kV/m

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 52 de 91 |

ANEXO 4C – LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD

 LT 525 KV JOINVILLE DO SUL - ITAJAÍ 2 CD 09/04/2019
 DISTÂNCIA CONDUTOR-SOLO: 12.5 m - LOCAIS ACESSÍVEIS A MÁQUINAS E TRAVESSIAS
 (LONGA DURAÇÃO)

PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO SOB A LT:

O MAIOR VALOR DE CAMPO ELÉTRICO ENCONTRADO DENTRO DA FAIXA DE SERVIDÃO É 7.46 kV/m
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 8.33 kV/m

O MAIOR VALOR DE CAMPO ELÉTRICO ENCONTRADO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO É 1.20 kV/m
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 4.17 kV/m

CORRENTES INDUZIDAS (CAMPO ELÉTRICO 7.46 kV/m):

COLHEITADEIRA: 2.98 mA

TRATOR DE FAZENDA PUXANDO CARROÇA: 0.45 mA

TRATOR DE FAZENDA: 2.83 mA

CARRETA DE GRANDE PORTE: 4.77 mA

ÔNIBUS: 2.91 mA

ALTURA AO SOLO = 1.5 m

| XP (m) | E (kV/m) | XP (m) | E (kV/m) |
|--------|----------|--------|----------|
| -35.00 | 1.20 | 1.00 | 7.43 |
| -34.00 | 1.30 | 2.00 | 7.32 |
| -33.00 | 1.41 | 3.00 | 7.16 |
| -32.00 | 1.54 | 4.00 | 6.94 |
| -31.00 | 1.69 | 5.00 | 6.68 |
| -30.00 | 1.85 | 6.00 | 6.41 |
| -29.00 | 2.03 | 7.00 | 6.17 |
| -28.00 | 2.23 | 8.00 | 6.01 |
| -27.00 | 2.46 | 9.00 | 5.94 |
| -26.00 | 2.71 | 10.00 | 5.97 |
| -25.00 | 2.99 | 11.00 | 6.06 |
| -24.00 | 3.29 | 12.00 | 6.17 |
| -23.00 | 3.62 | 13.00 | 6.24 |
| -22.00 | 3.97 | 14.00 | 6.25 |
| -21.00 | 4.34 | 15.00 | 6.17 |
| -20.00 | 4.71 | 16.00 | 5.99 |
| -19.00 | 5.08 | 17.00 | 5.74 |
| -18.00 | 5.43 | 18.00 | 5.43 |
| -17.00 | 5.74 | 19.00 | 5.08 |
| -16.00 | 5.99 | 20.00 | 4.71 |
| -15.00 | 6.17 | 21.00 | 4.34 |
| -14.00 | 6.25 | 22.00 | 3.97 |
| -13.00 | 6.24 | 23.00 | 3.62 |
| -12.00 | 6.17 | 24.00 | 3.29 |
| -11.00 | 6.06 | 25.00 | 2.98 |
| -10.00 | 5.97 | 26.00 | 2.71 |
| -9.00 | 5.94 | 27.00 | 2.46 |
| -8.00 | 6.01 | 28.00 | 2.23 |
| -7.00 | 6.17 | 29.00 | 2.03 |
| -6.00 | 6.41 | 30.00 | 1.85 |
| -5.00 | 6.68 | 31.00 | 1.69 |
| -4.00 | 6.94 | 32.00 | 1.54 |
| -3.00 | 7.16 | 33.00 | 1.41 |
| -2.00 | 7.32 | 34.00 | 1.30 |
| -1.00 | 7.43 | 35.00 | 1.20 |
| 0.00 | 7.46 | | |

CAMPO MÉDIO EQUIVALENTE = 0.74 kV/m

**LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
 SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1**

LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B

LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO

Rev. 0

Folha 53 de 91

 LT 525 KV JOINVILLE DO SUL - ITAJAÍ 2 CD 09/04/2019
 DISTÂNCIA CONDUTOR-SOLO: 11.9 m - (CURTA DURAÇÃO - MÁQUINAS AGRÍCOLAS)

PERFIL DE CAMPO ELÉTRICO SOB A LT:

O MAIOR VALOR DE CAMPO ELÉTRICO ENCONTRADO DENTRO DA FAIXA DE SERVIDÃO É 8.05 kV/m
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 8.33 kV/m

O MAIOR VALOR DE CAMPO ELÉTRICO ENCONTRADO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO É 1.18 kV/m
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 4.17 kV/m

ALTURA AO SOLO = 1.5 m

| XP (m) | E (kV/m) | | |
|--------|----------|-------|------|
| | | 0.00 | 8.05 |
| -35.00 | 1.18 | 1.00 | 8.02 |
| -34.00 | 1.29 | 2.00 | 7.91 |
| -33.00 | 1.40 | 3.00 | 7.73 |
| -32.00 | 1.53 | 4.00 | 7.48 |
| -31.00 | 1.68 | 5.00 | 7.19 |
| -30.00 | 1.84 | 6.00 | 6.89 |
| -29.00 | 2.03 | 7.00 | 6.62 |
| -28.00 | 2.24 | 8.00 | 6.43 |
| -27.00 | 2.48 | 9.00 | 6.36 |
| -26.00 | 2.74 | 10.00 | 6.41 |
| -25.00 | 3.04 | 11.00 | 6.54 |
| -24.00 | 3.37 | 12.00 | 6.68 |
| -23.00 | 3.72 | 13.00 | 6.77 |
| -22.00 | 4.11 | 14.00 | 6.77 |
| -21.00 | 4.52 | 15.00 | 6.67 |
| -20.00 | 4.95 | 16.00 | 6.46 |
| -19.00 | 5.37 | 17.00 | 6.15 |
| -18.00 | 5.78 | 18.00 | 5.78 |
| -17.00 | 6.15 | 19.00 | 5.37 |
| -16.00 | 6.46 | 20.00 | 4.95 |
| -15.00 | 6.67 | 21.00 | 4.52 |
| -14.00 | 6.77 | 22.00 | 4.11 |
| -13.00 | 6.77 | 23.00 | 3.72 |
| -12.00 | 6.68 | 24.00 | 3.36 |
| -11.00 | 6.54 | 25.00 | 3.04 |
| -10.00 | 6.41 | 26.00 | 2.74 |
| -9.00 | 6.37 | 27.00 | 2.48 |
| -8.00 | 6.43 | 28.00 | 2.24 |
| -7.00 | 6.62 | 29.00 | 2.03 |
| -6.00 | 6.89 | 30.00 | 1.84 |
| -5.00 | 7.19 | 31.00 | 1.68 |
| -4.00 | 7.48 | 32.00 | 1.53 |
| -3.00 | 7.73 | 33.00 | 1.40 |
| -2.00 | 7.91 | 34.00 | 1.29 |
| -1.00 | 8.02 | 35.00 | 1.18 |

CAMPO MÉDIO EQUIVALENTE = 0.77 kV/m

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 54 de 91 |

ANEXO 5 – RELATÓRIOS DE SAÍDA – CAMPO MAGNÉTICO

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 55 de 91 |

ANEXO 5A – LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CS

LT 525 KV AREIA - JOINVILLE DO SUL CS 09/04/2019
DISTÂNCIA CONDUTOR-SOLO: 12.5 m - LOCAIS ACESSÍVEIS A MÁQUINAS (LONGA DURAÇÃO)

PERFIL DE DENSIDADE DE CAMPO MAGNÉTICO SOB A LT:

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO DENTRO DA FAIXA DE SERVIDÃO É 45.43 uT
ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 1000 uT

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO É 9.56 uT
ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 200 uT

ALTURA AO SOLO = 1.5 m

| XP (m) | B (uT) | XP (m) | B (uT) |
|--------|--------|--------|--------|
| -30.00 | 9.56 | 0.00 | 45.43 |
| -29.00 | 10.15 | 1.00 | 45.36 |
| -28.00 | 10.79 | 2.00 | 45.16 |
| -27.00 | 11.48 | 3.00 | 44.82 |
| -26.00 | 12.24 | 4.00 | 44.30 |
| -25.00 | 13.06 | 5.00 | 43.57 |
| -24.00 | 13.96 | 6.00 | 42.62 |
| -23.00 | 14.94 | 7.00 | 41.43 |
| -22.00 | 16.02 | 8.00 | 40.01 |
| -21.00 | 17.19 | 9.00 | 38.37 |
| -20.00 | 18.47 | 10.00 | 36.55 |
| -19.00 | 19.87 | 11.00 | 34.61 |
| -18.00 | 21.38 | 12.00 | 32.59 |
| -17.00 | 23.01 | 13.00 | 30.56 |
| -16.00 | 24.75 | 14.00 | 28.55 |
| -15.00 | 26.61 | 15.00 | 26.61 |
| -14.00 | 28.55 | 16.00 | 24.75 |
| -13.00 | 30.56 | 17.00 | 23.01 |
| -12.00 | 32.59 | 18.00 | 21.38 |
| -11.00 | 34.61 | 19.00 | 19.87 |
| -10.00 | 36.55 | 20.00 | 18.47 |
| -9.00 | 38.37 | 21.00 | 17.19 |
| -8.00 | 40.01 | 22.00 | 16.02 |
| -7.00 | 41.43 | 23.00 | 14.94 |
| -6.00 | 42.62 | 24.00 | 13.96 |
| -5.00 | 43.57 | 25.00 | 13.06 |
| -4.00 | 44.30 | 26.00 | 12.24 |
| -3.00 | 44.82 | 27.00 | 11.48 |
| -2.00 | 45.16 | 28.00 | 10.79 |
| -1.00 | 45.36 | 29.00 | 10.15 |
| | | 30.00 | 9.56 |

CAMPO MAGNÉTICO MÉDIO EQUIVALENTE = 8.89 uT

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 56 de 91 |

 LT 525 KV AREIA - JOINVILLE DO SUL CS 09/04/2019
 DISTÂNCIA CONDUTOR-SOLO: 11.9 m - (CURTA DURAÇÃO - MÁQUINAS AGRÍCOLAS)

PERFIL DE DENSIDADE DE CAMPO MAGNÉTICO SOB A LT:

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO DENTRO DA FAIXA DE SERVIDÃO É 60.03 uT
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 1000 uT

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO É 11.96 uT
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 200 uT

ALTURA AO SOLO = 1.5 m

| XP (m) | B (uT) | XP (m) | B (uT) |
|--------|--------|--------|--------|
| | | 0.00 | 60.03 |
| -30.00 | 11.96 | 1.00 | 59.95 |
| -29.00 | 12.71 | 2.00 | 59.72 |
| -28.00 | 13.52 | 3.00 | 59.31 |
| -27.00 | 14.41 | 4.00 | 58.66 |
| -26.00 | 15.38 | 5.00 | 57.74 |
| -25.00 | 16.44 | 6.00 | 56.50 |
| -24.00 | 17.61 | 7.00 | 54.90 |
| -23.00 | 18.89 | 8.00 | 52.97 |
| -22.00 | 20.29 | 9.00 | 50.71 |
| -21.00 | 21.83 | 10.00 | 48.19 |
| -20.00 | 23.51 | 11.00 | 45.48 |
| -19.00 | 25.36 | 12.00 | 42.68 |
| -18.00 | 27.37 | 13.00 | 39.86 |
| -17.00 | 29.55 | 14.00 | 37.09 |
| -16.00 | 31.91 | 15.00 | 34.43 |
| -15.00 | 34.43 | 16.00 | 31.91 |
| -14.00 | 37.09 | 17.00 | 29.55 |
| -13.00 | 39.86 | 18.00 | 27.37 |
| -12.00 | 42.68 | 19.00 | 25.36 |
| -11.00 | 45.48 | 20.00 | 23.51 |
| -10.00 | 48.19 | 21.00 | 21.83 |
| -9.00 | 50.71 | 22.00 | 20.29 |
| -8.00 | 52.97 | 23.00 | 18.89 |
| -7.00 | 54.90 | 24.00 | 17.61 |
| -6.00 | 56.50 | 25.00 | 16.44 |
| -5.00 | 57.74 | 26.00 | 15.38 |
| -4.00 | 58.66 | 27.00 | 14.41 |
| -3.00 | 59.31 | 28.00 | 13.52 |
| -2.00 | 59.72 | 29.00 | 12.71 |
| -1.00 | 59.95 | 30.00 | 11.96 |

CAMPO MAGNÉTICO MÉDIO EQUIVALENTE = 11.10 uT

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 57 de 91 |

ANEXO 5B – LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CD

 LT 525 KV AREIA - JOINVILLE DO SUL CD 09/04/2019
 DISTÂNCIA CONDUTOR-SOLO: 12.5 m - LOCAIS ACESSÍVEIS A MÁQUINAS (LONGA DURAÇÃO)

PERFIL DE DENSIDADE DE CAMPO MAGNÉTICO SOB A LT:

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO DENTRO DA FAIXA DE SERVIDÃO É 48.88 uT
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 1000 uT

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO É 9.09 uT
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 200 uT

ALTURA AO SOLO = 1.5 m

| XP (m) | B (uT) | XP (m) | B (uT) |
|--------|--------|--------|--------|
| -34.00 | 9.09 | 0.00 | 48.69 |
| -33.00 | 9.69 | 1.00 | 48.71 |
| -32.00 | 10.34 | 2.00 | 48.77 |
| -31.00 | 11.06 | 3.00 | 48.84 |
| -30.00 | 11.84 | 4.00 | 48.88 |
| -29.00 | 12.70 | 5.00 | 48.84 |
| -28.00 | 13.64 | 6.00 | 48.66 |
| -27.00 | 14.68 | 7.00 | 48.28 |
| -26.00 | 15.81 | 8.00 | 47.68 |
| -25.00 | 17.06 | 9.00 | 46.81 |
| -24.00 | 18.43 | 10.00 | 45.66 |
| -23.00 | 19.93 | 11.00 | 44.23 |
| -22.00 | 21.56 | 12.00 | 42.53 |
| -21.00 | 23.33 | 13.00 | 40.61 |
| -20.00 | 25.25 | 14.00 | 38.50 |
| -19.00 | 27.29 | 15.00 | 36.27 |
| -18.00 | 29.44 | 16.00 | 33.98 |
| -17.00 | 31.69 | 17.00 | 31.69 |
| -16.00 | 33.98 | 18.00 | 29.44 |
| -15.00 | 36.27 | 19.00 | 27.29 |
| -14.00 | 38.50 | 20.00 | 25.25 |
| -13.00 | 40.61 | 21.00 | 23.33 |
| -12.00 | 42.53 | 22.00 | 21.56 |
| -11.00 | 44.23 | 23.00 | 19.93 |
| -10.00 | 45.66 | 24.00 | 18.43 |
| -9.00 | 46.81 | 25.00 | 17.06 |
| -8.00 | 47.68 | 26.00 | 15.81 |
| -7.00 | 48.28 | 27.00 | 14.68 |
| -6.00 | 48.66 | 28.00 | 13.64 |
| -5.00 | 48.84 | 29.00 | 12.70 |
| -4.00 | 48.88 | 30.00 | 11.84 |
| -3.00 | 48.84 | 31.00 | 11.06 |
| -2.00 | 48.77 | 32.00 | 10.34 |
| -1.00 | 48.71 | 33.00 | 9.69 |
| | | 34.00 | 9.09 |

CAMPO MAGNÉTICO MÉDIO EQUIVALENTE = 7.59 uT

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 58 de 91 |

LT 525 KV AREIA - JOINVILLE DO SUL CD 09/04/2019
DISTÂNCIA CONDUTOR-SOLO: 11.9 m - (CURTA DURAÇÃO - MÁQUINAS AGRÍCOLAS)

PERFIL DE DENSIDADE DE CAMPO MAGNÉTICO SOB A LT:

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO DENTRO DA FAIXA DE SERVIDÃO É 64.13 uT
ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 1000 uT

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO É 11.35 uT
ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 200 uT

ALTURA AO SOLO = 1.5 m

| XP (m) | B (uT) | XP (m) | B (uT) |
|--------|--------|--------|--------|
| -34.00 | 11.35 | 0.00 | 63.44 |
| -33.00 | 12.11 | 1.00 | 63.49 |
| -32.00 | 12.94 | 2.00 | 63.65 |
| -31.00 | 13.86 | 3.00 | 63.85 |
| -30.00 | 14.86 | 4.00 | 64.04 |
| -29.00 | 15.96 | 5.00 | 64.13 |
| -28.00 | 17.18 | 6.00 | 64.04 |
| -27.00 | 18.52 | 7.00 | 63.69 |
| -26.00 | 20.00 | 8.00 | 63.00 |
| -25.00 | 21.63 | 9.00 | 61.92 |
| -24.00 | 23.42 | 10.00 | 60.44 |
| -23.00 | 25.40 | 11.00 | 58.53 |
| -22.00 | 27.57 | 12.00 | 56.24 |
| -21.00 | 29.94 | 13.00 | 53.60 |
| -20.00 | 32.51 | 14.00 | 50.69 |
| -19.00 | 35.27 | 15.00 | 47.61 |
| -18.00 | 38.21 | 16.00 | 44.44 |
| -17.00 | 41.28 | 17.00 | 41.28 |
| -16.00 | 44.44 | 18.00 | 38.21 |
| -15.00 | 47.61 | 19.00 | 35.27 |
| -14.00 | 50.69 | 20.00 | 32.51 |
| -13.00 | 53.60 | 21.00 | 29.94 |
| -12.00 | 56.24 | 22.00 | 27.57 |
| -11.00 | 58.53 | 23.00 | 25.40 |
| -10.00 | 60.44 | 24.00 | 23.42 |
| -9.00 | 61.92 | 25.00 | 21.63 |
| -8.00 | 63.00 | 26.00 | 20.00 |
| -7.00 | 63.69 | 27.00 | 18.52 |
| -6.00 | 64.04 | 28.00 | 17.18 |
| -5.00 | 64.13 | 29.00 | 15.96 |
| -4.00 | 64.04 | 30.00 | 14.86 |
| -3.00 | 63.85 | 31.00 | 13.86 |
| -2.00 | 63.65 | 32.00 | 12.94 |
| -1.00 | 63.49 | 33.00 | 12.11 |
| | | 34.00 | 11.35 |

CAMPO MAGNÉTICO MÉDIO EQUIVALENTE = 9.42 uT

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 59 de 91 |

ANEXO 5C – LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

 LT 525 KV JOINVILLE DO SUL - ITAJAÍ 2 CS 09/04/2019
 DISTÂNCIA CONDUTOR-SOLO: 12.5 m - LOCAIS ACESSÍVEIS A MÁQUINAS (LONGA DURAÇÃO)

PERFIL DE DENSIDADE DE CAMPO MAGNÉTICO SOB A LT:

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO DENTRO DA FAIXA DE SERVIDÃO É 46.59 uT
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 1000 uT

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO É 9.81 uT
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 200 uT

ALTURA AO SOLO = 1.5 m

| XP (m) | B (uT) | XP (m) | B (uT) |
|--------|--------|--------|--------|
| -30.00 | 9.81 | 0.00 | 46.59 |
| -29.00 | 10.41 | 1.00 | 46.52 |
| -28.00 | 11.06 | 2.00 | 46.32 |
| -27.00 | 11.77 | 3.00 | 45.97 |
| -26.00 | 12.55 | 4.00 | 45.43 |
| -25.00 | 13.39 | 5.00 | 44.69 |
| -24.00 | 14.32 | 6.00 | 43.71 |
| -23.00 | 15.33 | 7.00 | 42.50 |
| -22.00 | 16.43 | 8.00 | 41.04 |
| -21.00 | 17.63 | 9.00 | 39.35 |
| -20.00 | 18.95 | 10.00 | 37.49 |
| -19.00 | 20.38 | 11.00 | 35.50 |
| -18.00 | 21.93 | 12.00 | 33.43 |
| -17.00 | 23.60 | 13.00 | 31.34 |
| -16.00 | 25.39 | 14.00 | 29.28 |
| -15.00 | 27.29 | 15.00 | 27.29 |
| -14.00 | 29.28 | 16.00 | 25.39 |
| -13.00 | 31.34 | 17.00 | 23.60 |
| -12.00 | 33.43 | 18.00 | 21.93 |
| -11.00 | 35.50 | 19.00 | 20.38 |
| -10.00 | 37.49 | 20.00 | 18.95 |
| -9.00 | 39.35 | 21.00 | 17.63 |
| -8.00 | 41.04 | 22.00 | 16.43 |
| -7.00 | 42.50 | 23.00 | 15.33 |
| -6.00 | 43.71 | 24.00 | 14.32 |
| -5.00 | 44.69 | 25.00 | 13.39 |
| -4.00 | 45.43 | 26.00 | 12.55 |
| -3.00 | 45.97 | 27.00 | 11.77 |
| -2.00 | 46.32 | 28.00 | 11.06 |
| -1.00 | 46.52 | 29.00 | 10.41 |
| | | 30.00 | 9.81 |

CAMPO MAGNÉTICO MÉDIO EQUIVALENTE = 9.12 uT

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 60 de 91 |

 LT 525 KV JOINVILLE DO SUL - ITAJAÍ 2 CS 09/04/2019
 DISTÂNCIA CONDUTOR-SOLO: 11.9 m - (CURTA DURAÇÃO - MÁQUINAS AGRÍCOLAS)

PERFIL DE DENSIDADE DE CAMPO MAGNÉTICO SOB A LT:

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO DENTRO DA FAIXA DE SERVIDÃO É 61.51 uT
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 1000 uT

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO É 12.26 uT
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 200 uT

ALTURA AO SOLO = 1.5 m

| XP (m) | B (uT) | XP (m) | B (uT) |
|--------|--------|--------|--------|
| -30.00 | 12.26 | 0.00 | 61.51 |
| -29.00 | 13.02 | 1.00 | 61.44 |
| -28.00 | 13.86 | 2.00 | 61.20 |
| -27.00 | 14.77 | 3.00 | 60.77 |
| -26.00 | 15.76 | 4.00 | 60.11 |
| -25.00 | 16.85 | 5.00 | 59.17 |
| -24.00 | 18.05 | 6.00 | 57.89 |
| -23.00 | 19.35 | 7.00 | 56.26 |
| -22.00 | 20.79 | 8.00 | 54.28 |
| -21.00 | 22.37 | 9.00 | 51.96 |
| -20.00 | 24.09 | 10.00 | 49.38 |
| -19.00 | 25.98 | 11.00 | 46.61 |
| -18.00 | 28.05 | 12.00 | 43.74 |
| -17.00 | 30.29 | 13.00 | 40.85 |
| -16.00 | 32.70 | 14.00 | 38.01 |
| -15.00 | 35.28 | 15.00 | 35.28 |
| -14.00 | 38.01 | 16.00 | 32.70 |
| -13.00 | 40.85 | 17.00 | 30.29 |
| -12.00 | 43.74 | 18.00 | 28.05 |
| -11.00 | 46.61 | 19.00 | 25.98 |
| -10.00 | 49.38 | 20.00 | 24.09 |
| -9.00 | 51.96 | 21.00 | 22.37 |
| -8.00 | 54.28 | 22.00 | 20.79 |
| -7.00 | 56.26 | 23.00 | 19.35 |
| -6.00 | 57.89 | 24.00 | 18.05 |
| -5.00 | 59.17 | 25.00 | 16.85 |
| -4.00 | 60.11 | 26.00 | 15.76 |
| -3.00 | 60.77 | 27.00 | 14.77 |
| -2.00 | 61.20 | 28.00 | 13.86 |
| -1.00 | 61.44 | 29.00 | 13.02 |
| | | 30.00 | 12.26 |

CAMPO MAGNÉTICO MÉDIO EQUIVALENTE = 11.37 uT

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 61 de 91 |

ANEXO 5D – LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

 LT 525 KV JOINVILLE DO SUL - ITAJAÍ 2 CD 09/04/2019
 DISTÂNCIA CONDUTOR-SOLO: 12.5 m - LOCAIS ACESSÍVEIS A MÁQUINAS (LONGA DURAÇÃO)

PERFIL DE DENSIDADE DE CAMPO MAGNÉTICO SOB A LT:

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO DENTRO DA FAIXA DE SERVIDÃO É 50.14 uT
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 1000 uT

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO É 8.76 uT
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 200 uT

ALTURA AO SOLO = 1.5 m

| XP (m) | B (uT) | XP (m) | B (uT) |
|--------|--------|--------|--------|
| -35.00 | 8.76 | 0.00 | 49.93 |
| -34.00 | 9.33 | 1.00 | 49.96 |
| -33.00 | 9.94 | 2.00 | 50.02 |
| -32.00 | 10.61 | 3.00 | 50.10 |
| -31.00 | 11.34 | 4.00 | 50.14 |
| -30.00 | 12.14 | 5.00 | 50.09 |
| -29.00 | 13.03 | 6.00 | 49.90 |
| -28.00 | 13.99 | 7.00 | 49.52 |
| -27.00 | 15.05 | 8.00 | 48.90 |
| -26.00 | 16.22 | 9.00 | 48.01 |
| -25.00 | 17.50 | 10.00 | 46.83 |
| -24.00 | 18.90 | 11.00 | 45.37 |
| -23.00 | 20.44 | 12.00 | 43.63 |
| -22.00 | 22.12 | 13.00 | 41.65 |
| -21.00 | 23.93 | 14.00 | 39.49 |
| -20.00 | 25.89 | 15.00 | 37.20 |
| -19.00 | 27.99 | 16.00 | 34.85 |
| -18.00 | 30.20 | 17.00 | 32.50 |
| -17.00 | 32.50 | 18.00 | 30.20 |
| -16.00 | 34.85 | 19.00 | 27.99 |
| -15.00 | 37.20 | 20.00 | 25.89 |
| -14.00 | 39.49 | 21.00 | 23.93 |
| -13.00 | 41.65 | 22.00 | 22.12 |
| -12.00 | 43.63 | 23.00 | 20.44 |
| -11.00 | 45.37 | 24.00 | 18.90 |
| -10.00 | 46.83 | 25.00 | 17.50 |
| -9.00 | 48.01 | 26.00 | 16.22 |
| -8.00 | 48.90 | 27.00 | 15.05 |
| -7.00 | 49.52 | 28.00 | 13.99 |
| -6.00 | 49.90 | 29.00 | 13.03 |
| -5.00 | 50.09 | 30.00 | 12.14 |
| -4.00 | 50.14 | 31.00 | 11.34 |
| -3.00 | 50.10 | 32.00 | 10.61 |
| -2.00 | 50.02 | 33.00 | 9.94 |
| -1.00 | 49.96 | 34.00 | 9.33 |
| | | 35.00 | 8.76 |

CAMPO MAGNÉTICO MÉDIO EQUIVALENTE = 7.34 uT

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 62 de 91 |

 LT 525 KV JOINVILLE DO SUL - ITAJAÍ 2 CD 09/04/2019
 DISTÂNCIA CONDUTOR-SOLO: 11.9 m - (CURTA DURAÇÃO - MÁQUINAS AGRÍCOLAS)

PERFIL DE DENSIDADE DE CAMPO MAGNÉTICO SOB A LT:

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO DENTRO DA FAIXA DE SERVIDÃO É 65.72 uT
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 1000 uT

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO É 10.92 uT
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 200 uT

ALTURA AO SOLO = 1.5 m

| XP (m) | B (uT) | XP (m) | B (uT) |
|--------|--------|--------|--------|
| -35.00 | 10.92 | 0.00 | 65.01 |
| -34.00 | 11.63 | 1.00 | 65.06 |
| -33.00 | 12.41 | 2.00 | 65.22 |
| -32.00 | 13.26 | 3.00 | 65.43 |
| -31.00 | 14.20 | 4.00 | 65.63 |
| -30.00 | 15.23 | 5.00 | 65.72 |
| -29.00 | 16.36 | 6.00 | 65.63 |
| -28.00 | 17.60 | 7.00 | 65.26 |
| -27.00 | 18.98 | 8.00 | 64.55 |
| -26.00 | 20.49 | 9.00 | 63.46 |
| -25.00 | 22.16 | 10.00 | 61.93 |
| -24.00 | 24.00 | 11.00 | 59.98 |
| -23.00 | 26.03 | 12.00 | 57.63 |
| -22.00 | 28.25 | 13.00 | 54.92 |
| -21.00 | 30.68 | 14.00 | 51.94 |
| -20.00 | 33.31 | 15.00 | 48.78 |
| -19.00 | 36.14 | 16.00 | 45.54 |
| -18.00 | 39.15 | 17.00 | 42.31 |
| -17.00 | 42.31 | 18.00 | 39.15 |
| -16.00 | 45.54 | 19.00 | 36.14 |
| -15.00 | 48.78 | 20.00 | 33.31 |
| -14.00 | 51.94 | 21.00 | 30.68 |
| -13.00 | 54.92 | 22.00 | 28.25 |
| -12.00 | 57.63 | 23.00 | 26.03 |
| -11.00 | 59.98 | 24.00 | 24.00 |
| -10.00 | 61.93 | 25.00 | 22.16 |
| -9.00 | 63.46 | 26.00 | 20.49 |
| -8.00 | 64.55 | 27.00 | 18.98 |
| -7.00 | 65.26 | 28.00 | 17.60 |
| -6.00 | 65.63 | 29.00 | 16.36 |
| -5.00 | 65.72 | 30.00 | 15.23 |
| -4.00 | 65.63 | 31.00 | 14.20 |
| -3.00 | 65.43 | 32.00 | 13.26 |
| -2.00 | 65.22 | 33.00 | 12.41 |
| -1.00 | 65.06 | 34.00 | 11.63 |
| | | 35.00 | 10.92 |

CAMPO MAGNÉTICO MÉDIO EQUIVALENTE = 9.11 uT

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 63 de 91 |

ANEXO 5E – LT 525 KV ITAJAÍ – BIGUAÇU 2 CS

 LT 525 KV ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU CS 08/04/2019
 DISTÂNCIA CONDUTOR-SOLO: 12. 5 m - LOCAIS ACESSÍVEIS A MÁQUINAS (LONGA DURAÇÃO)

PERFIL DE DENSIDADE DE CAMPO MAGNÉTICO SOB A LT:

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO DENTRO DA FAIXA DE SERVIDÃO É 46.52 uT
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 1000 uT

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO É 9.79 uT
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 200 uT

ALTURA AO SOLO = 1.5 m

| XP (m) | B (uT) | XP (m) | B (uT) |
|--------|--------|--------|--------|
| -30.00 | 9.79 | 0.00 | 46.52 |
| -29.00 | 10.39 | 1.00 | 46.45 |
| -28.00 | 11.05 | 2.00 | 46.25 |
| -27.00 | 11.76 | 3.00 | 45.89 |
| -26.00 | 12.53 | 4.00 | 45.36 |
| -25.00 | 13.37 | 5.00 | 44.62 |
| -24.00 | 14.30 | 6.00 | 43.65 |
| -23.00 | 15.30 | 7.00 | 42.43 |
| -22.00 | 16.40 | 8.00 | 40.97 |
| -21.00 | 17.61 | 9.00 | 39.29 |
| -20.00 | 18.92 | 10.00 | 37.43 |
| -19.00 | 20.34 | 11.00 | 35.44 |
| -18.00 | 21.89 | 12.00 | 33.38 |
| -17.00 | 23.56 | 13.00 | 31.29 |
| -16.00 | 25.35 | 14.00 | 29.24 |
| -15.00 | 27.25 | 15.00 | 27.25 |
| -14.00 | 29.24 | 16.00 | 25.35 |
| -13.00 | 31.29 | 17.00 | 23.56 |
| -12.00 | 33.38 | 18.00 | 21.89 |
| -11.00 | 35.44 | 19.00 | 20.34 |
| -10.00 | 37.43 | 20.00 | 18.92 |
| -9.00 | 39.29 | 21.00 | 17.61 |
| -8.00 | 40.97 | 22.00 | 16.40 |
| -7.00 | 42.43 | 23.00 | 15.30 |
| -6.00 | 43.65 | 24.00 | 14.30 |
| -5.00 | 44.62 | 25.00 | 13.37 |
| -4.00 | 45.36 | 26.00 | 12.53 |
| -3.00 | 45.89 | 27.00 | 11.76 |
| -2.00 | 46.25 | 28.00 | 11.05 |
| -1.00 | 46.45 | 29.00 | 10.39 |
| | | 30.00 | 9.79 |

CAMPO MAGNÉTICO MÉDIO EQUIVALENTE = 9.10 uT

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 64 de 91 |

 LT 525 KV ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU CS 08/04/2019
 DISTÂNCIA CONDUTOR-SOLO: 11.9 m - (CURTA DURAÇÃO - MÁQUINAS AGRÍCOLAS)

PERFIL DE DENSIDADE DE CAMPO MAGNÉTICO SOB A LT:

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO DENTRO DA FAIXA DE SERVIDÃO É 61.90 uT
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 1000 uT

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO É 12.34 uT
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 200 uT

ALTURA AO SOLO = 1.5 m

| XP (m) | B (uT) | XP (m) | B (uT) |
|--------|--------|--------|--------|
| -30.00 | 12.34 | 0.00 | 61.90 |
| -29.00 | 13.11 | 1.00 | 61.83 |
| -28.00 | 13.95 | 2.00 | 61.59 |
| -27.00 | 14.86 | 3.00 | 61.16 |
| -26.00 | 15.86 | 4.00 | 60.49 |
| -25.00 | 16.96 | 5.00 | 59.54 |
| -24.00 | 18.16 | 6.00 | 58.26 |
| -23.00 | 19.48 | 7.00 | 56.62 |
| -22.00 | 20.92 | 8.00 | 54.62 |
| -21.00 | 22.51 | 9.00 | 52.29 |
| -20.00 | 24.25 | 10.00 | 49.69 |
| -19.00 | 26.15 | 11.00 | 46.90 |
| -18.00 | 28.22 | 12.00 | 44.01 |
| -17.00 | 30.48 | 13.00 | 41.11 |
| -16.00 | 32.91 | 14.00 | 38.25 |
| -15.00 | 35.51 | 15.00 | 35.51 |
| -14.00 | 38.25 | 16.00 | 32.91 |
| -13.00 | 41.11 | 17.00 | 30.48 |
| -12.00 | 44.01 | 18.00 | 28.22 |
| -11.00 | 46.90 | 19.00 | 26.15 |
| -10.00 | 49.69 | 20.00 | 24.25 |
| -9.00 | 52.29 | 21.00 | 22.51 |
| -8.00 | 54.62 | 22.00 | 20.92 |
| -7.00 | 56.62 | 23.00 | 19.48 |
| -6.00 | 58.26 | 24.00 | 18.16 |
| -5.00 | 59.54 | 25.00 | 16.96 |
| -4.00 | 60.49 | 26.00 | 15.86 |
| -3.00 | 61.16 | 27.00 | 14.86 |
| -2.00 | 61.59 | 28.00 | 13.95 |
| -1.00 | 61.83 | 29.00 | 13.11 |
| | | 30.00 | 12.34 |

CAMPO MAGNÉTICO MÉDIO EQUIVALENTE = 11.45 uT

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 65 de 91 |

ANEXO 5F – LT 525 KV ITAJAÍ – BIGUAÇU 2 CD

 LT 525 KV ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU CD 09/04/2019
 DISTÂNCIA CONDUTOR-SOLO: 12.5 m - LOCAIS ACESSÍVEIS A MÁQUINAS (LONGA DURAÇÃO)

PERFIL DE DENSIDADE DE CAMPO MAGNÉTICO SOB A LT:

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO DENTRO DA FAIXA DE SERVIDÃO É 50.06 uT
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 1000 uT

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO É 8.75 uT
 ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 200 uT

ALTURA AO SOLO = 1.5 m

| XP (m) | B (uT) | XP (m) | B (uT) |
|--------|--------|--------|--------|
| -35.00 | 8.75 | 0.00 | 49.86 |
| -34.00 | 9.31 | 1.00 | 49.88 |
| -33.00 | 9.92 | 2.00 | 49.94 |
| -32.00 | 10.59 | 3.00 | 50.02 |
| -31.00 | 11.32 | 4.00 | 50.06 |
| -30.00 | 12.13 | 5.00 | 50.01 |
| -29.00 | 13.01 | 6.00 | 49.83 |
| -28.00 | 13.97 | 7.00 | 49.45 |
| -27.00 | 15.03 | 8.00 | 48.83 |
| -26.00 | 16.19 | 9.00 | 47.94 |
| -25.00 | 17.47 | 10.00 | 46.76 |
| -24.00 | 18.87 | 11.00 | 45.29 |
| -23.00 | 20.41 | 12.00 | 43.56 |
| -22.00 | 22.08 | 13.00 | 41.58 |
| -21.00 | 23.90 | 14.00 | 39.42 |
| -20.00 | 25.85 | 15.00 | 37.14 |
| -19.00 | 27.94 | 16.00 | 34.79 |
| -18.00 | 30.15 | 17.00 | 32.45 |
| -17.00 | 32.45 | 18.00 | 30.15 |
| -16.00 | 34.79 | 19.00 | 27.94 |
| -15.00 | 37.14 | 20.00 | 25.85 |
| -14.00 | 39.42 | 21.00 | 23.90 |
| -13.00 | 41.58 | 22.00 | 22.08 |
| -12.00 | 43.56 | 23.00 | 20.41 |
| -11.00 | 45.29 | 24.00 | 18.87 |
| -10.00 | 46.76 | 25.00 | 17.47 |
| -9.00 | 47.94 | 26.00 | 16.19 |
| -8.00 | 48.83 | 27.00 | 15.03 |
| -7.00 | 49.45 | 28.00 | 13.97 |
| -6.00 | 49.83 | 29.00 | 13.01 |
| -5.00 | 50.01 | 30.00 | 12.13 |
| -4.00 | 50.06 | 31.00 | 11.32 |
| -3.00 | 50.02 | 32.00 | 10.59 |
| -2.00 | 49.94 | 33.00 | 9.92 |
| -1.00 | 49.88 | 34.00 | 9.31 |
| | | 35.00 | 8.75 |

CAMPO MAGNÉTICO MÉDIO EQUIVALENTE = 7.33 uT

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 66 de 91 |

LT 525 KV ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU CD

09/04/2019

DISTÂNCIA CONDUTOR-SOLO: 11.9 m - (CURTA DURAÇÃO - MÁQUINAS AGRÍCOLAS)

PERFIL DE DENSIDADE DE CAMPO MAGNÉTICO SOB A LT:

O MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO DENTRO DA FAIXA DE SERVIDÃO É 66.14 uT
ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 1000 uTO MAIOR VALOR DE CAMPO MAGNÉTICO ENCONTRADO NO LIMITE DA FAIXA DE SERVIDÃO É 10.99 uT
ESTE VALOR É MENOR QUE O VALOR MÁXIMO ESPECIFICADO DE 200 uT

ALTURA AO SOLO = 1.5 m

| XP (m) | B (uT) | XP (m) | B (uT) |
|--------|--------|--------|--------|
| -35.00 | 10.99 | 0.00 | 65.42 |
| -34.00 | 11.71 | 1.00 | 65.48 |
| -33.00 | 12.49 | 2.00 | 65.64 |
| -32.00 | 13.35 | 3.00 | 65.85 |
| -31.00 | 14.29 | 4.00 | 66.04 |
| -30.00 | 15.32 | 5.00 | 66.14 |
| -29.00 | 16.46 | 6.00 | 66.04 |
| -28.00 | 17.72 | 7.00 | 65.68 |
| -27.00 | 19.10 | 8.00 | 64.96 |
| -26.00 | 20.62 | 9.00 | 63.86 |
| -25.00 | 22.30 | 10.00 | 62.33 |
| -24.00 | 24.15 | 11.00 | 60.36 |
| -23.00 | 26.19 | 12.00 | 57.99 |
| -22.00 | 28.43 | 13.00 | 55.27 |
| -21.00 | 30.87 | 14.00 | 52.27 |
| -20.00 | 33.52 | 15.00 | 49.09 |
| -19.00 | 36.37 | 16.00 | 45.83 |
| -18.00 | 39.40 | 17.00 | 42.57 |
| -17.00 | 42.57 | 18.00 | 39.40 |
| -16.00 | 45.83 | 19.00 | 36.37 |
| -15.00 | 49.09 | 20.00 | 33.52 |
| -14.00 | 52.27 | 21.00 | 30.87 |
| -13.00 | 55.27 | 22.00 | 28.43 |
| -12.00 | 57.99 | 23.00 | 26.19 |
| -11.00 | 60.36 | 24.00 | 24.15 |
| -10.00 | 62.33 | 25.00 | 22.30 |
| -9.00 | 63.86 | 26.00 | 20.62 |
| -8.00 | 64.96 | 27.00 | 19.10 |
| -7.00 | 65.68 | 28.00 | 17.72 |
| -6.00 | 66.04 | 29.00 | 16.46 |
| -5.00 | 66.14 | 30.00 | 15.32 |
| -4.00 | 66.04 | 31.00 | 14.29 |
| -3.00 | 65.85 | 32.00 | 13.35 |
| -2.00 | 65.64 | 33.00 | 12.49 |
| -1.00 | 65.48 | 34.00 | 11.71 |
| | | 35.00 | 10.99 |

CAMPO MAGNÉTICO MÉDIO EQUIVALENTE = 9.16 uT

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 67 de 91 |

12 FIGURAS

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 68 de 91 |

Figura 1.1 – LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS - Rádio Interferência “Fair L50”

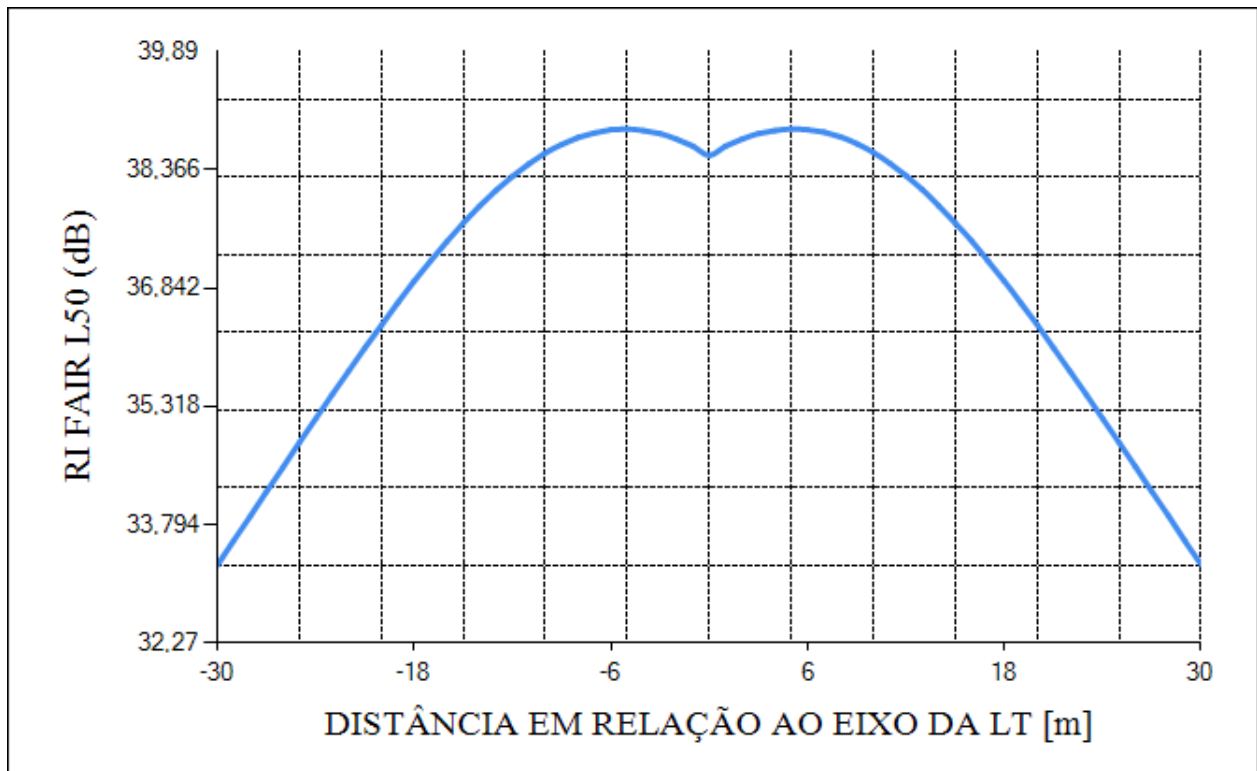
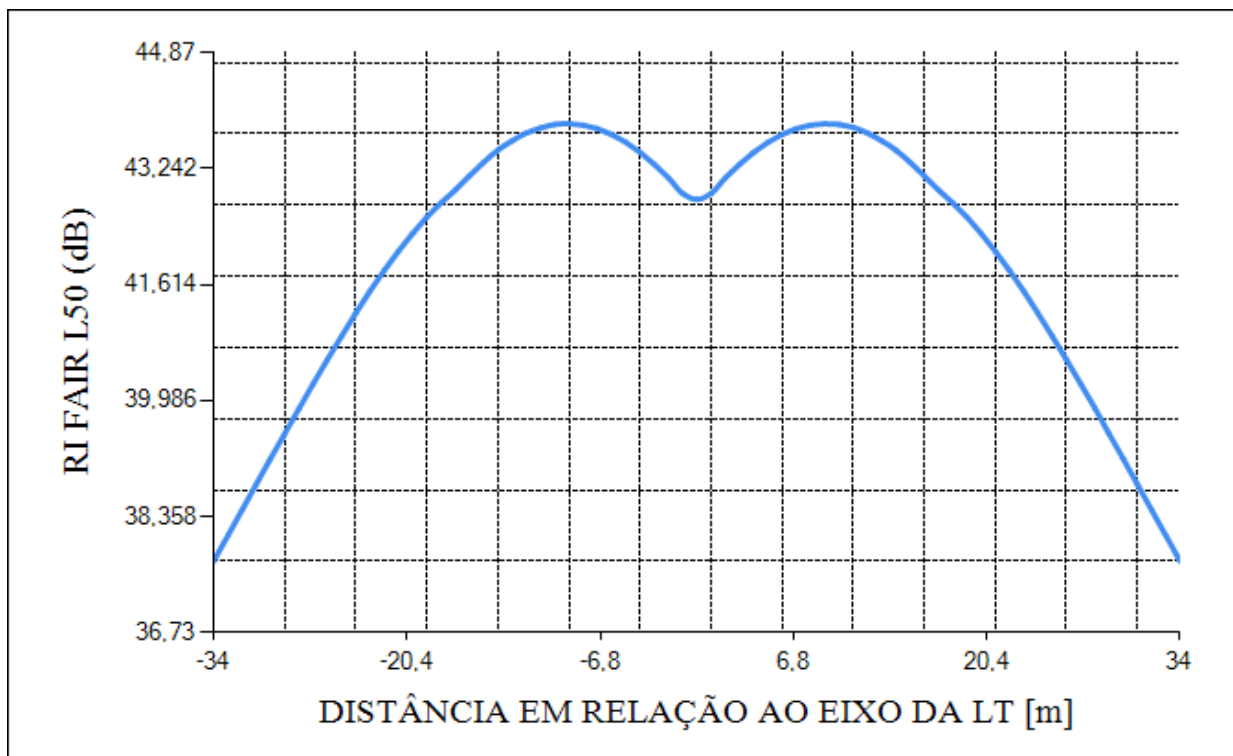


Figura 1.2 – LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD - Rádio Interferência “Fair L50”



| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 69 de 91 |

Figura 1.3 – LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS - Rádio Interferência “Fair L50”

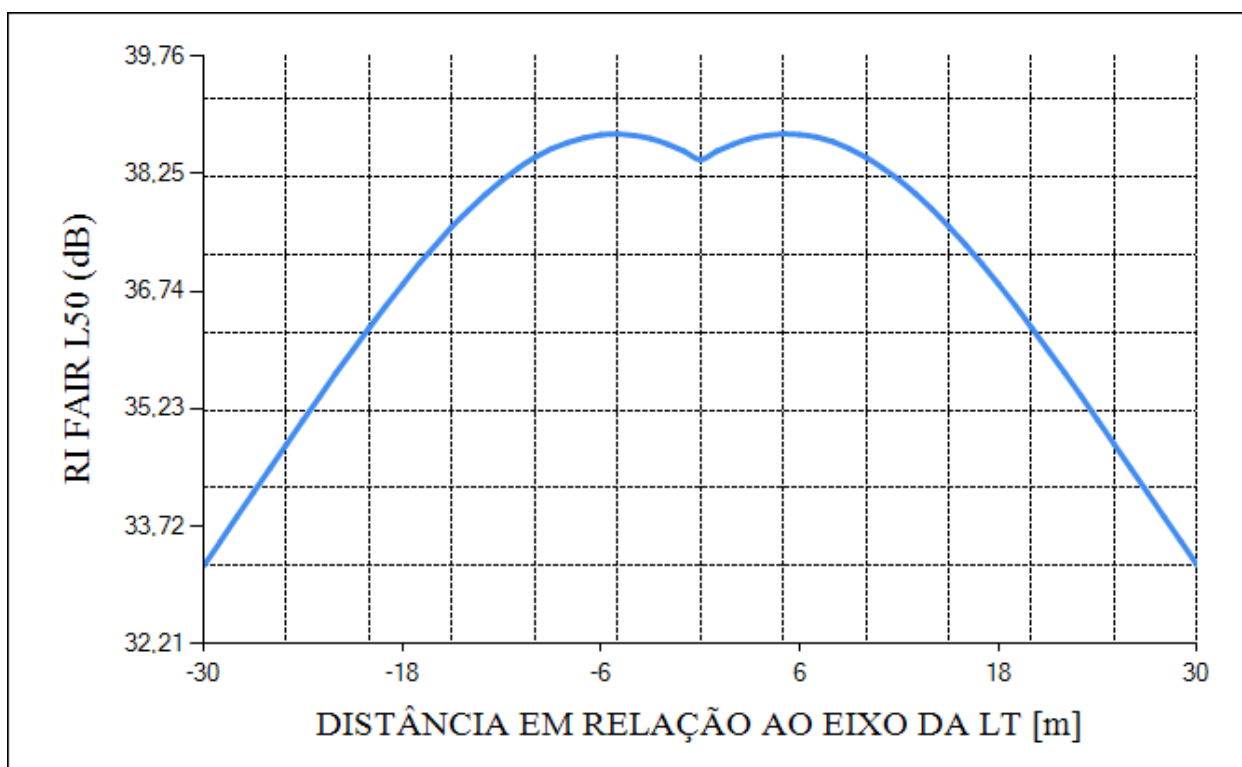
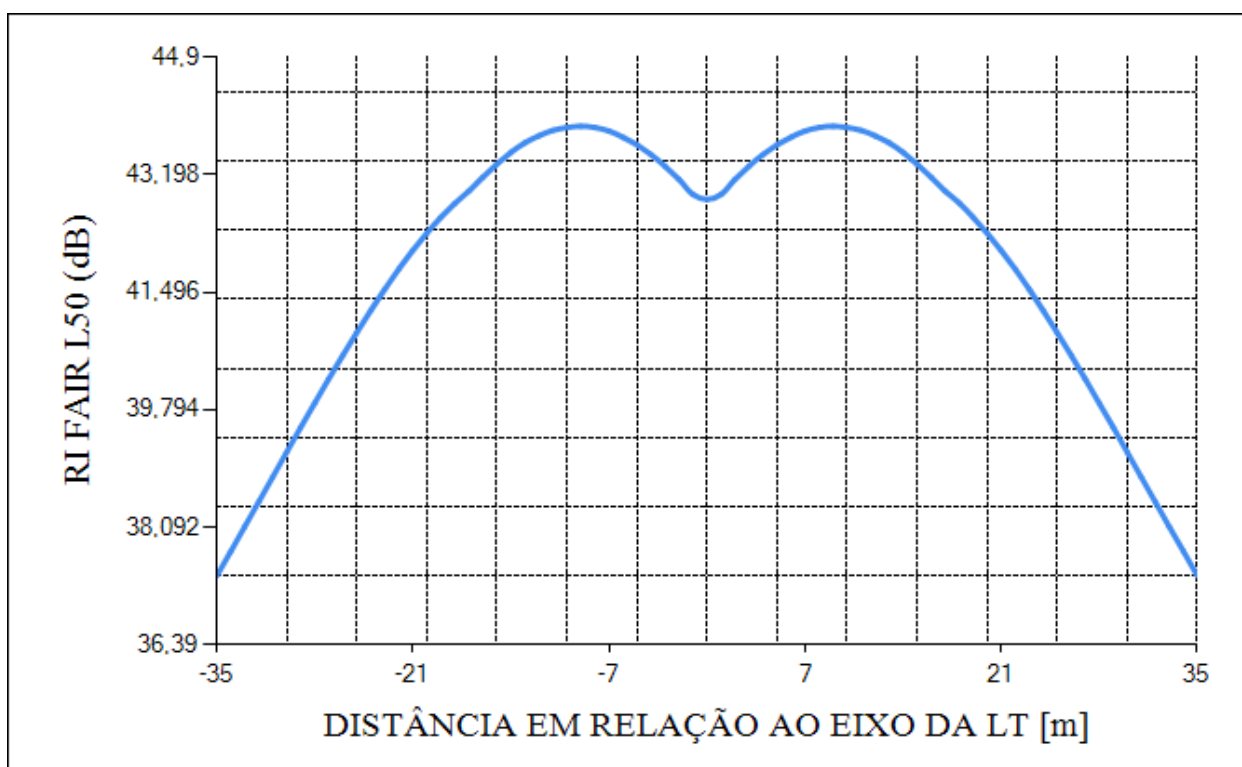


Figura 1.4 – LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CD - Rádio Interferência “Fair L50”



LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
 SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B

LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO

Rev. 0

Folha 70 de 91

Figura 1.5 – LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS - Rádio Interferência “Fair L50”

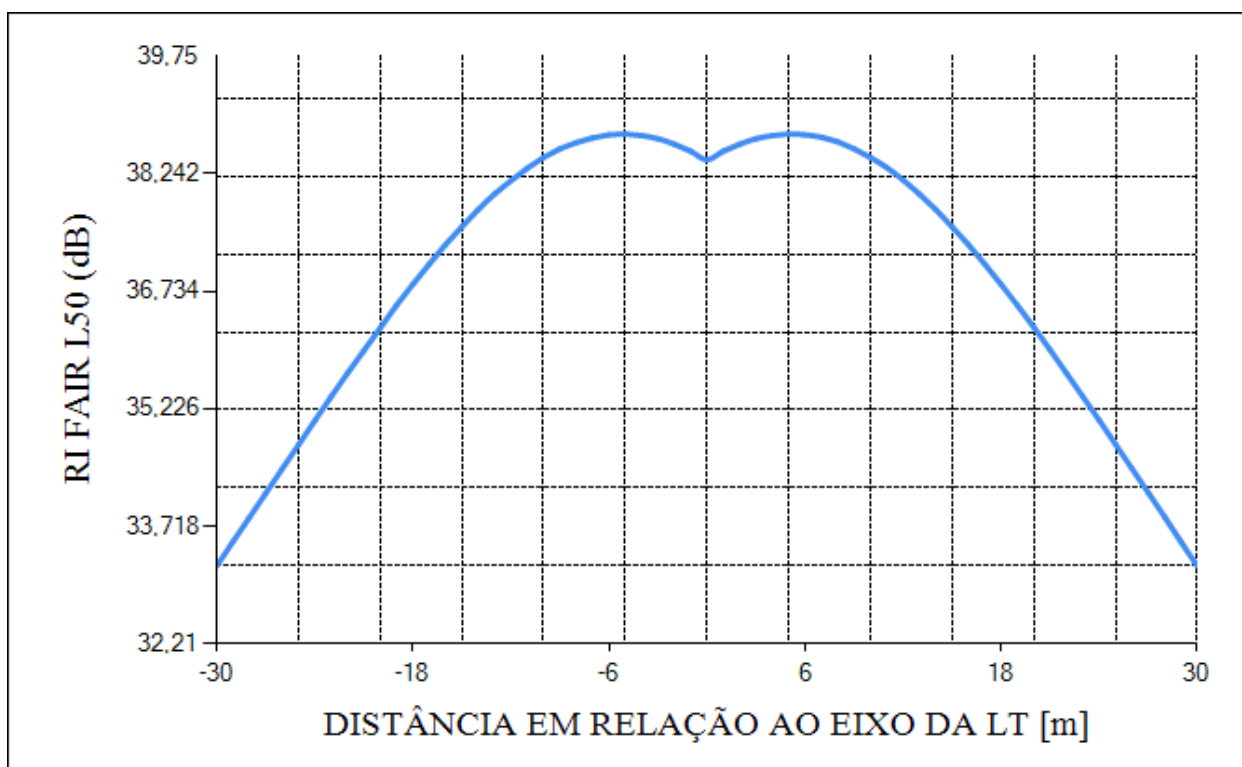


Figura 1.6 – LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CD - Rádio Interferência “Fair L50”

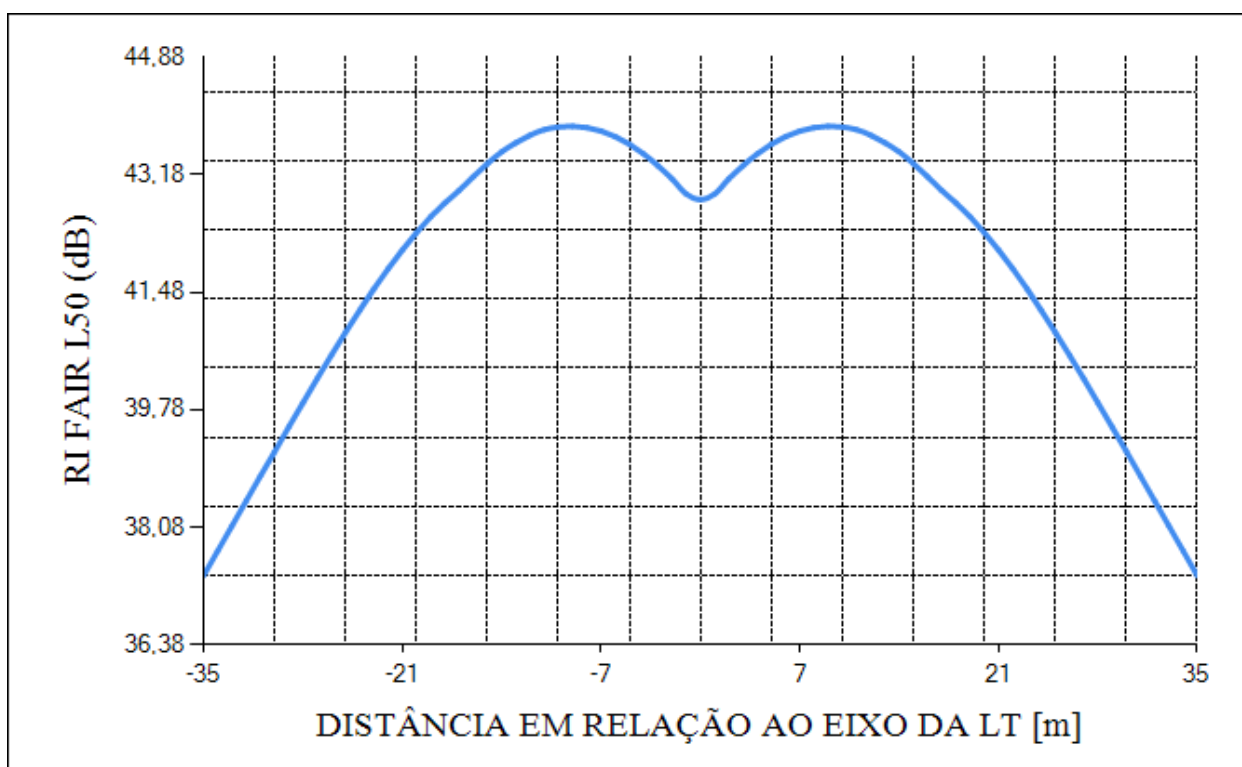


Figura 2.1 – LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS - Ruído Audível “Foul L50”

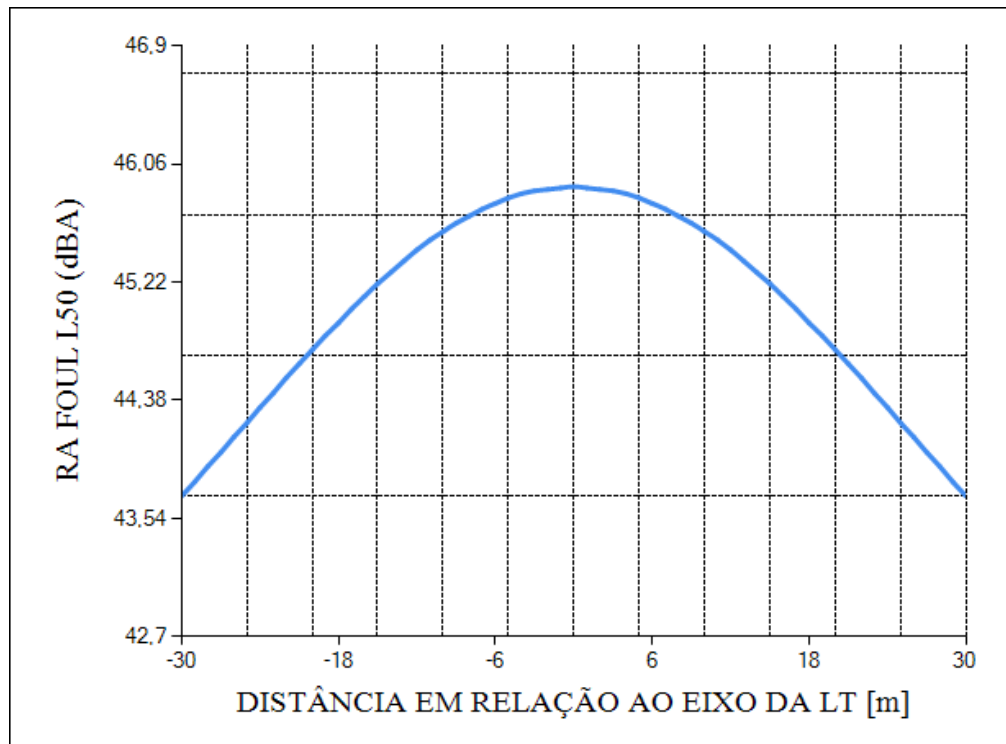
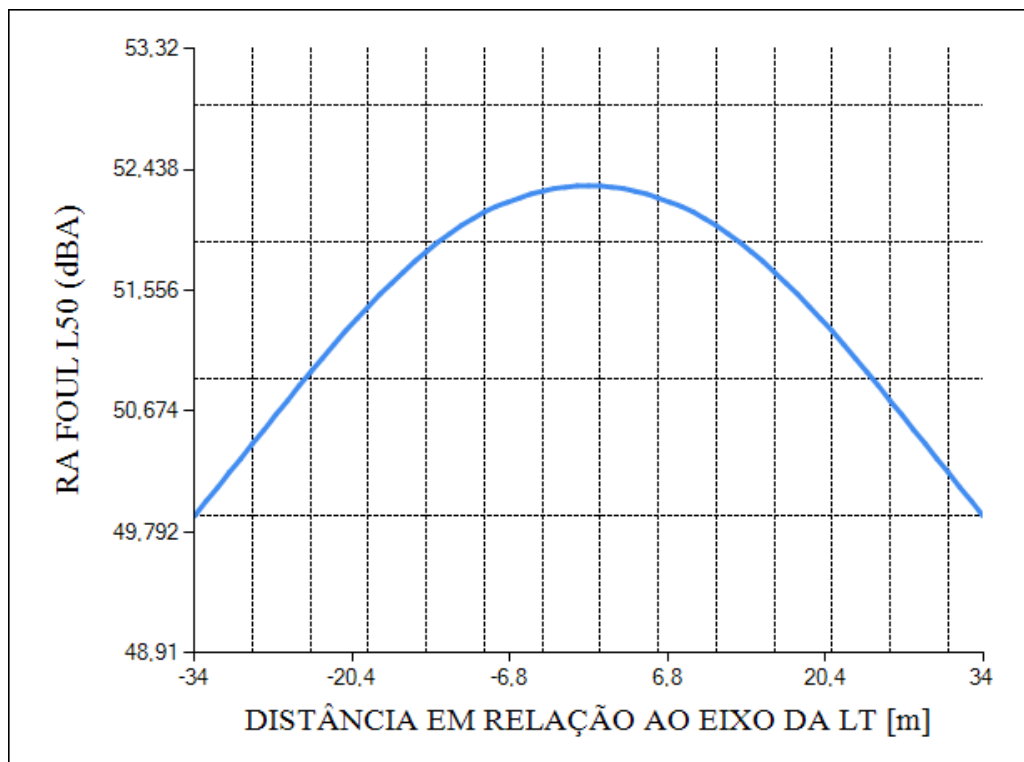


Figura 2.2 – LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD - Ruído Audível “Foul L50”



LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
 SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B

LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO

Rev. 0

Folha 72 de 91

Figura 2.3 – LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu CS - Ruído Audível “Foul L50”

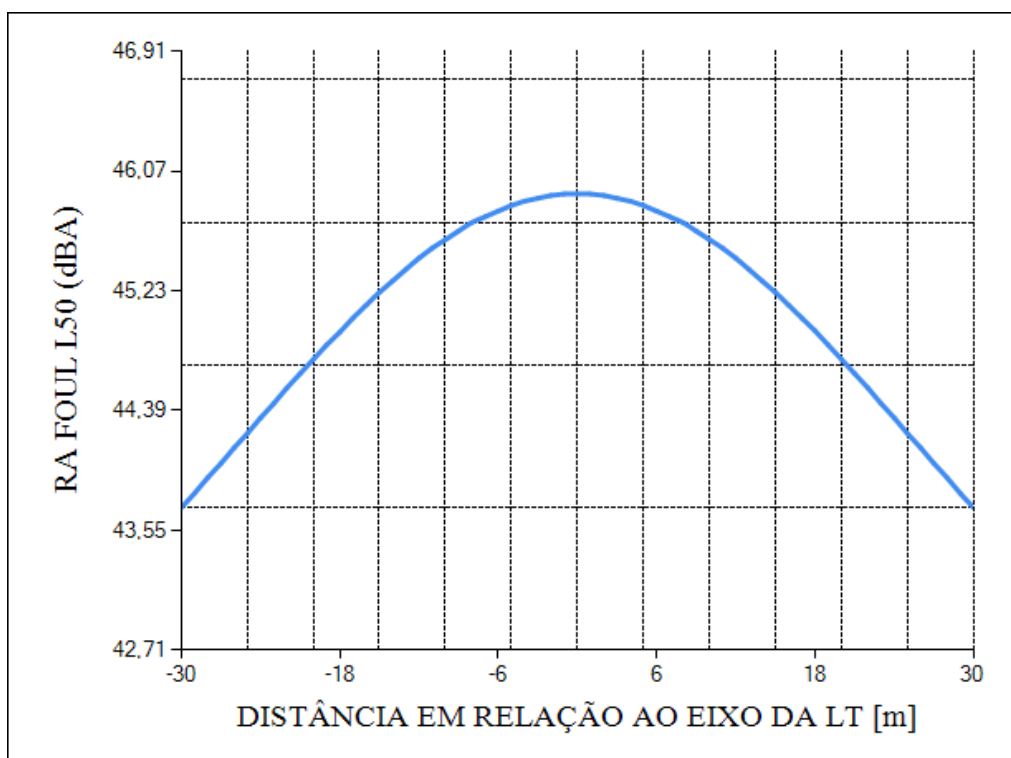
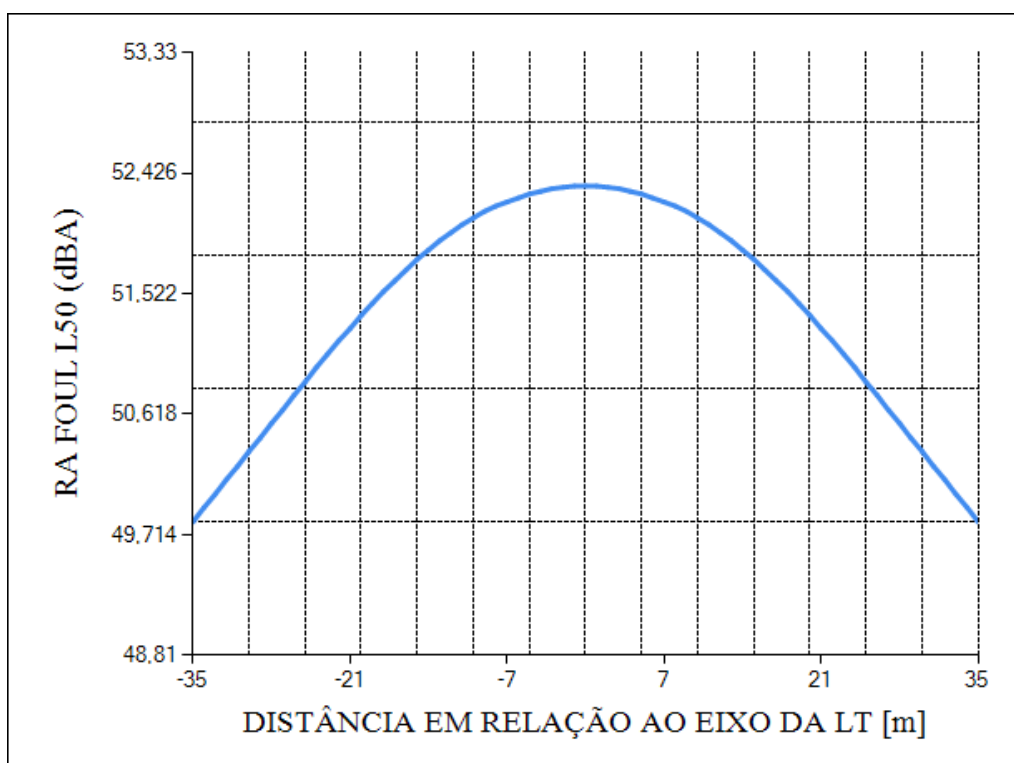


Figura 2.4 – LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu CD - Ruído Audível “Foul L50”



| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 73 de 91 |

Figura 3.1.a – LT 525 kV Areia – Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu CS - Campo Elétrico (kV/m) - Máquinas Agrícolas e Travessias sobre Rodovias (Longa Duração)

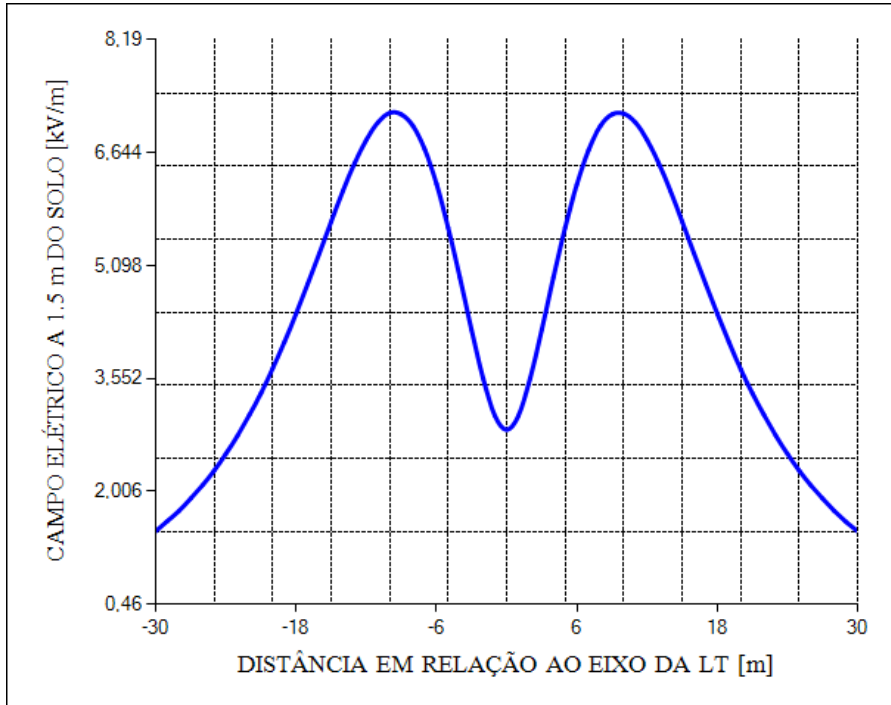
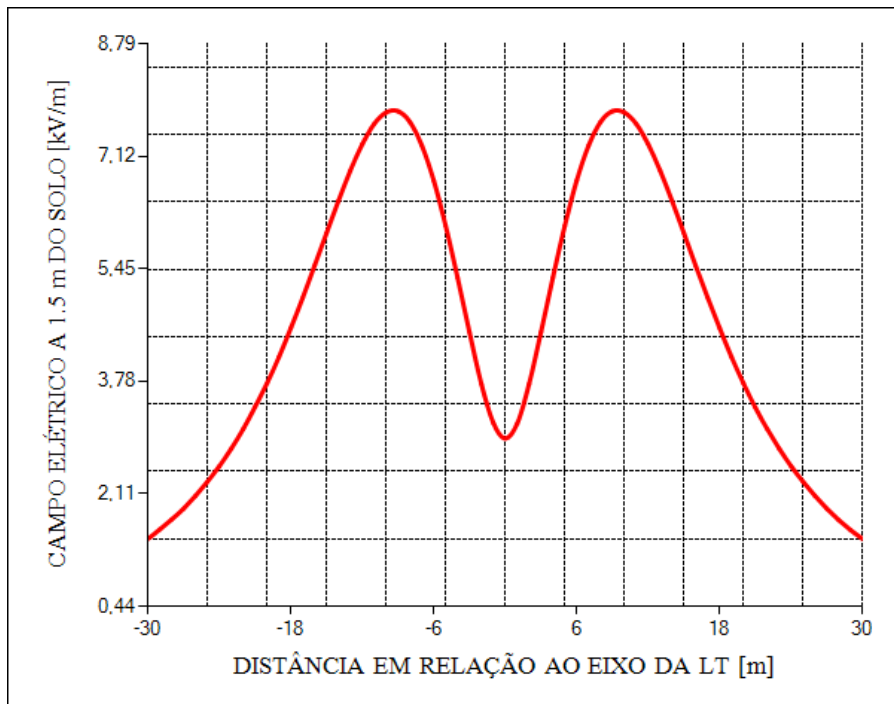


Figura 3.1.b – LT 525 kV Areia – Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu CS - Campo Elétrico (kV/m) - Máquinas Agrícolas (Curta Duração)



| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 74 de 91 |

Figura 3.2.a – LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD - Campo Elétrico (kV/m) - Máquinas Agrícolas e Travessias sobre Rodovias (Longa Duração)

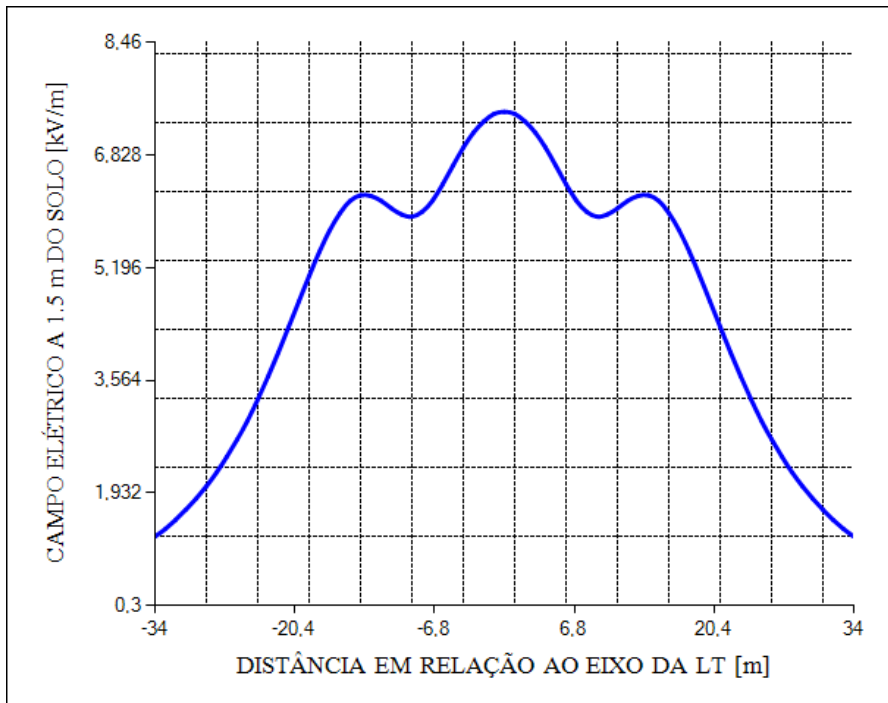
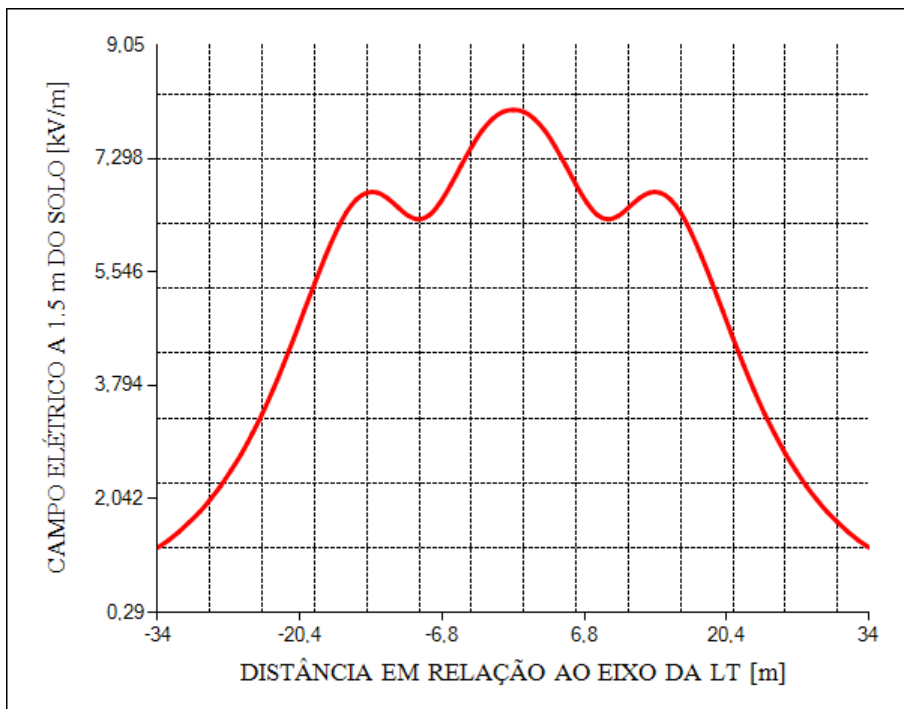


Figura 3.2.b – LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD - Campo Elétrico (kV/m) - Máquinas Agrícolas (Curta Duração)



| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 75 de 91 |

Figura 3.3.a – LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu CD - Campo Elétrico (kV/m) - Máquinas Agrícolas e Travessias sobre Rodovias (Longa Duração)

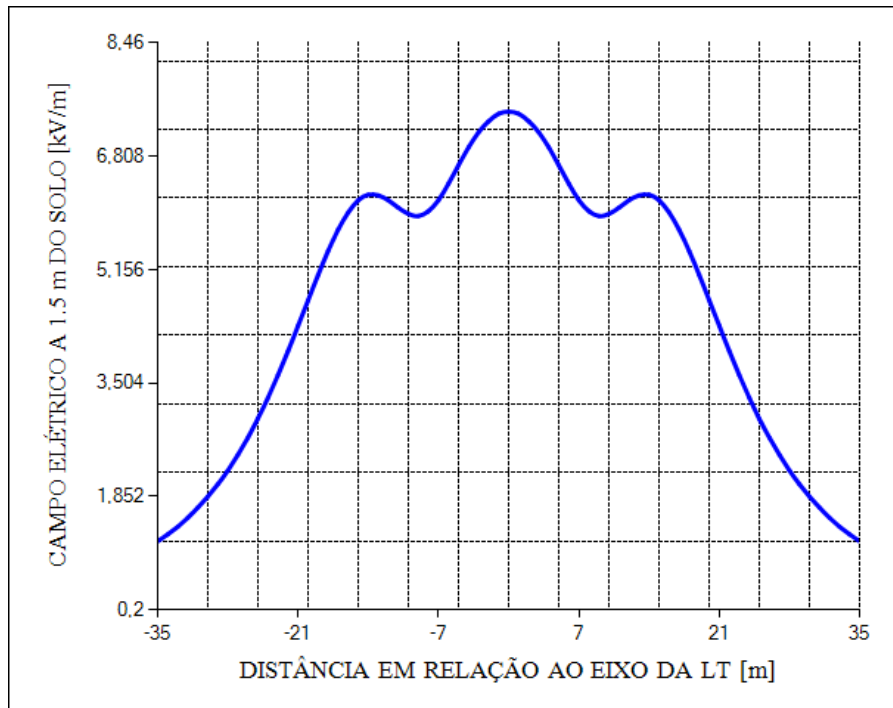
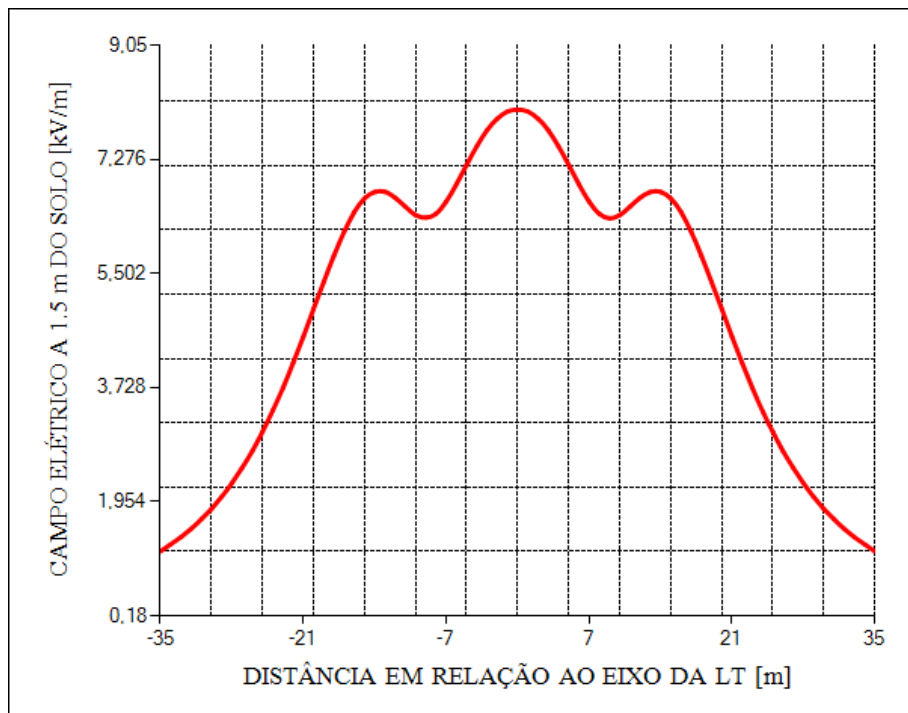


Figura 3.3.b – LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu CD - Campo Elétrico (kV/m) - Máquinas Agrícolas (Curta Duração)



| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 76 de 91 |

Figura 4.1.a – LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS – Campo Magnético (μT) – Máquinas Agrícolas (Longa Duração)

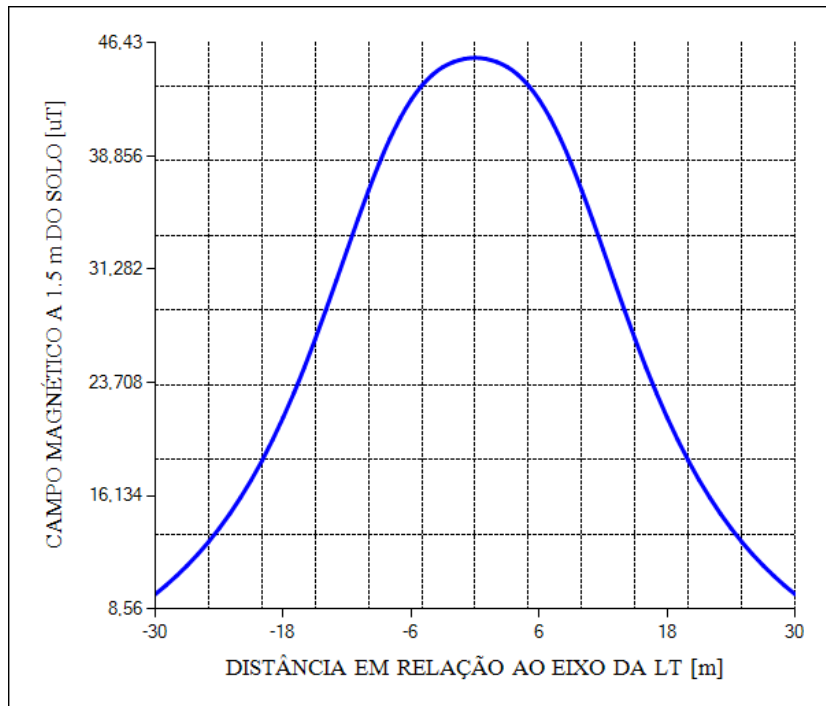


Figura 4.1.b – LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS – Campo Magnético (μT) – Máquinas Agrícolas (Curta Duração)

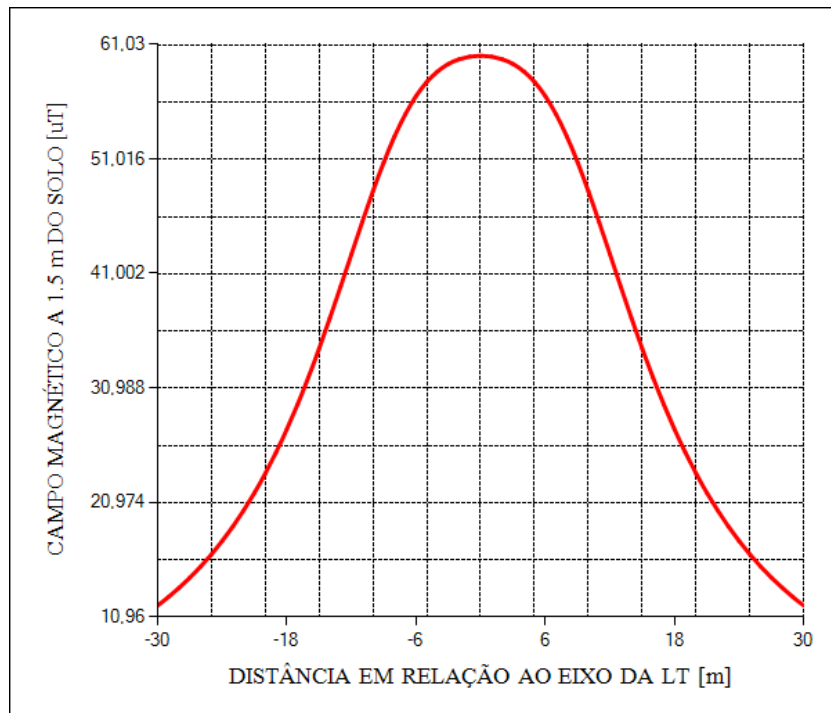


Figura 4.2.a – LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD – Campo Magnético (μT) – Máquinas Agrícolas (Longa Duração)

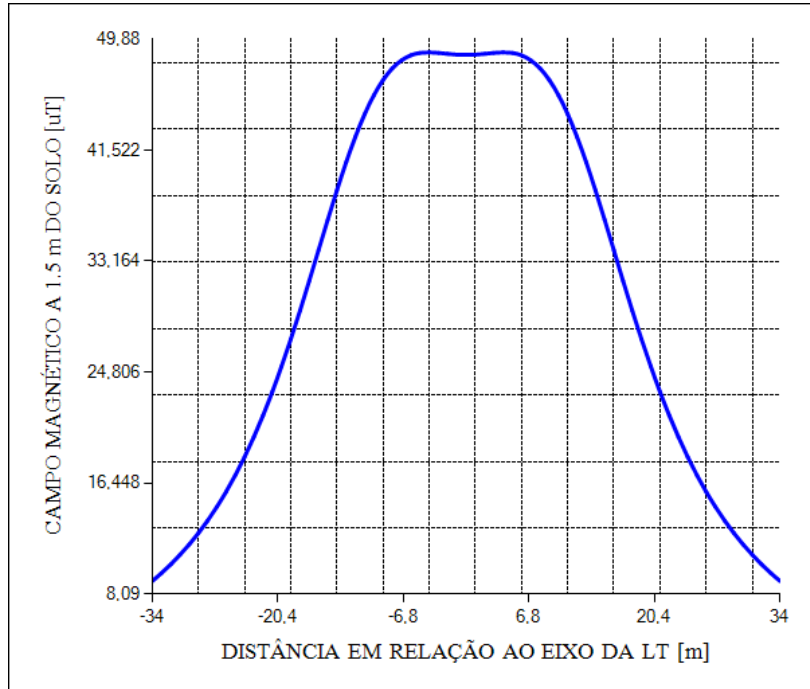
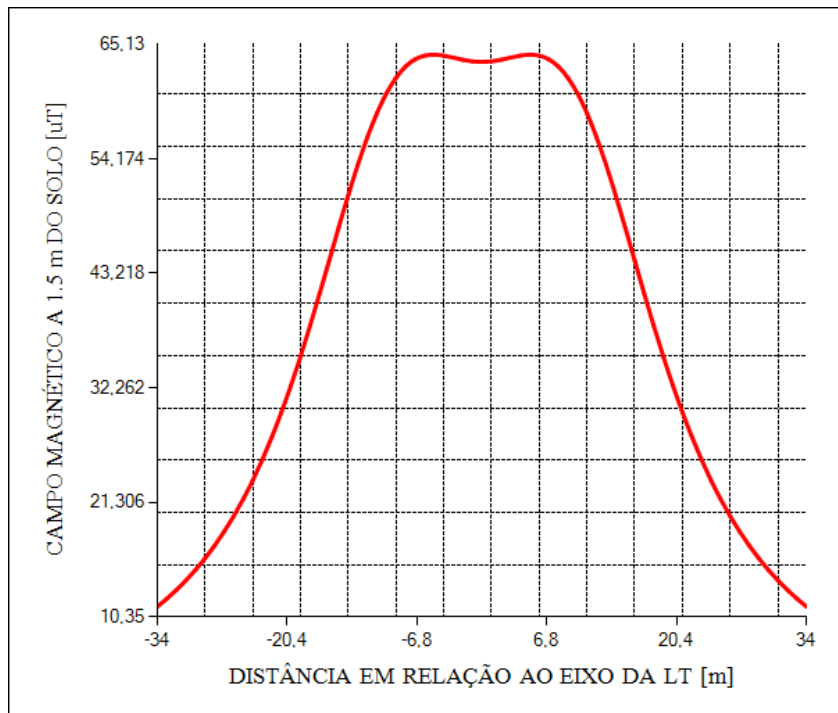


Figura 4.2.b – LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD – Campo Magnético (μT) – Máquinas Agrícolas (Curta Duração)



| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 78 de 91 |

Figura 4.3.a – LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS – Campo Magnético (μT) – Máquinas Agrícolas (Longa Duração)

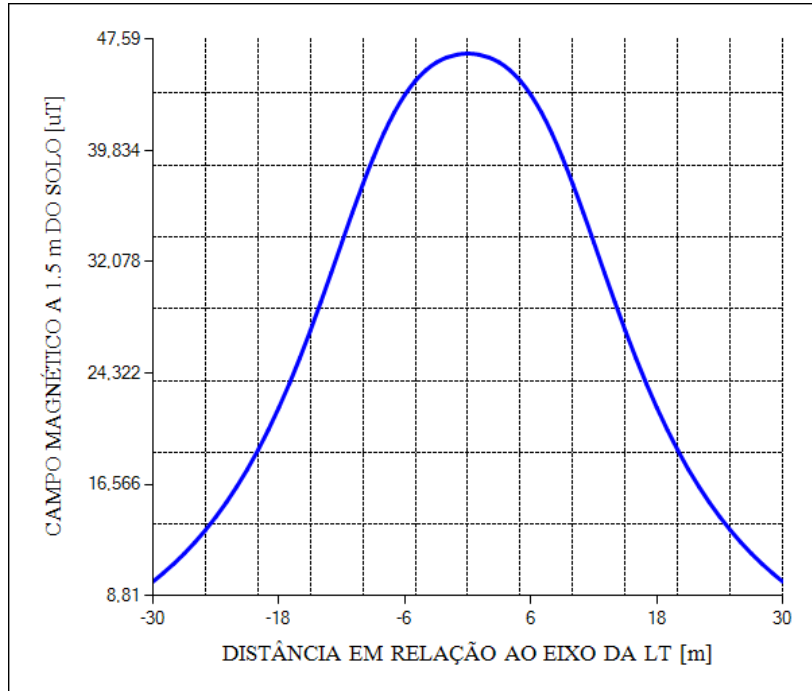
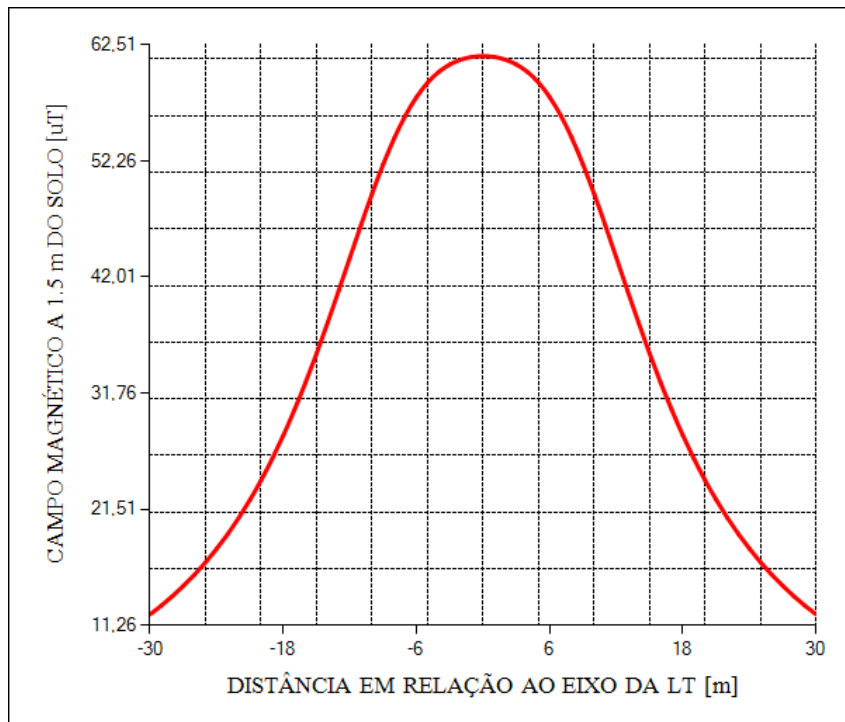


Figura 4.3.b – LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS – Campo Magnético (μT) – Máquinas Agrícolas (Curta Duração)



| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 79 de 91 |

Figura 4.4.a – LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CD – Campo Magnético (μT) – Máquinas Agrícolas (Longa Duração)

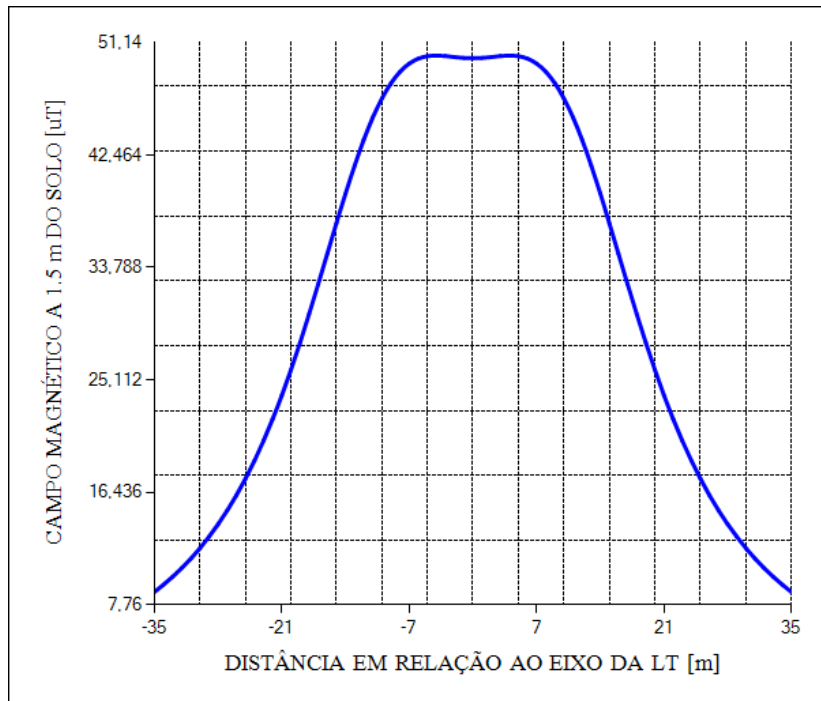


Figura 4.4.b – LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CD – Campo Magnético (μT) – Máquinas Agrícolas (Curta Duração)

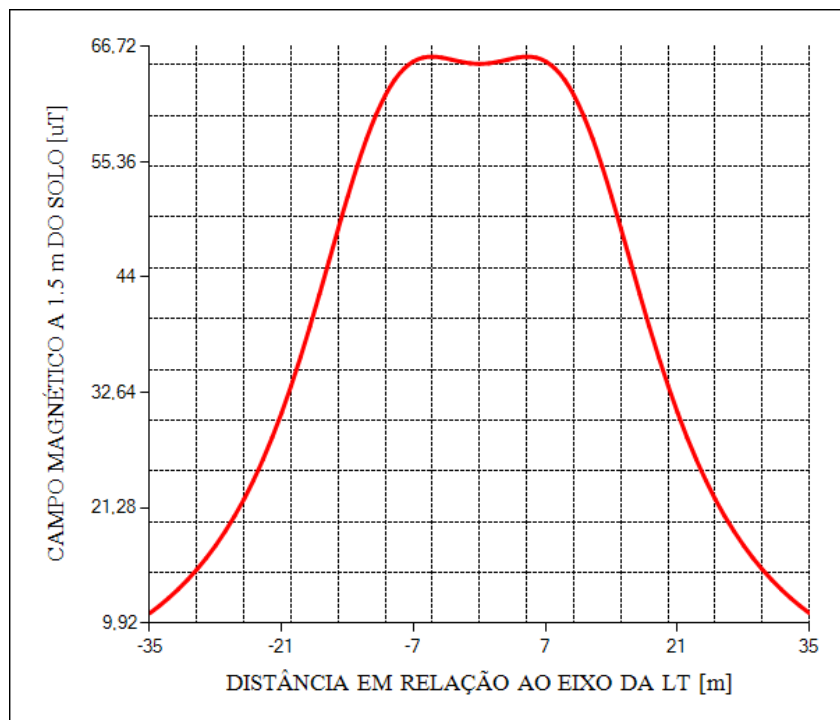


Figura 4.5.a – LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS – Campo Magnético (μT) – Máquinas Agrícolas (Longa Duração)

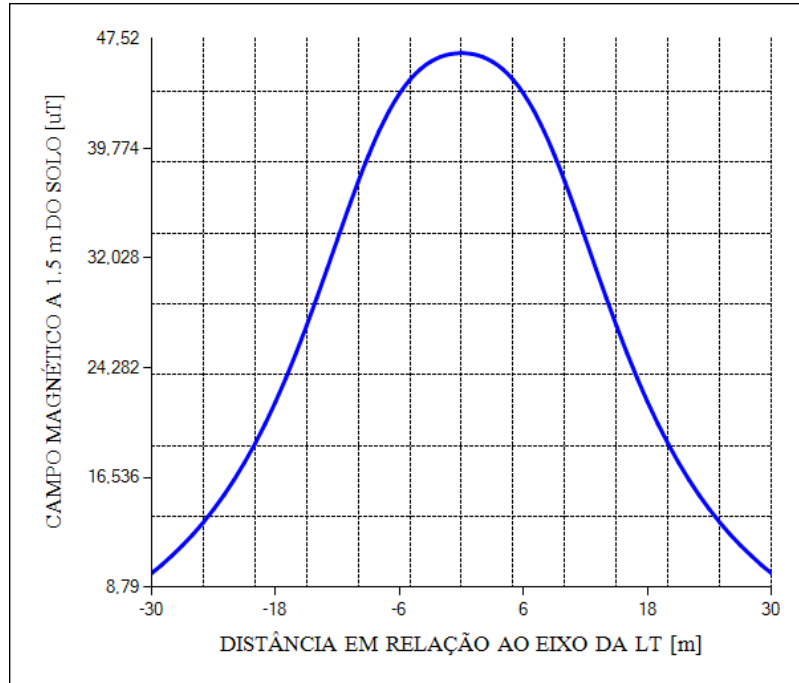
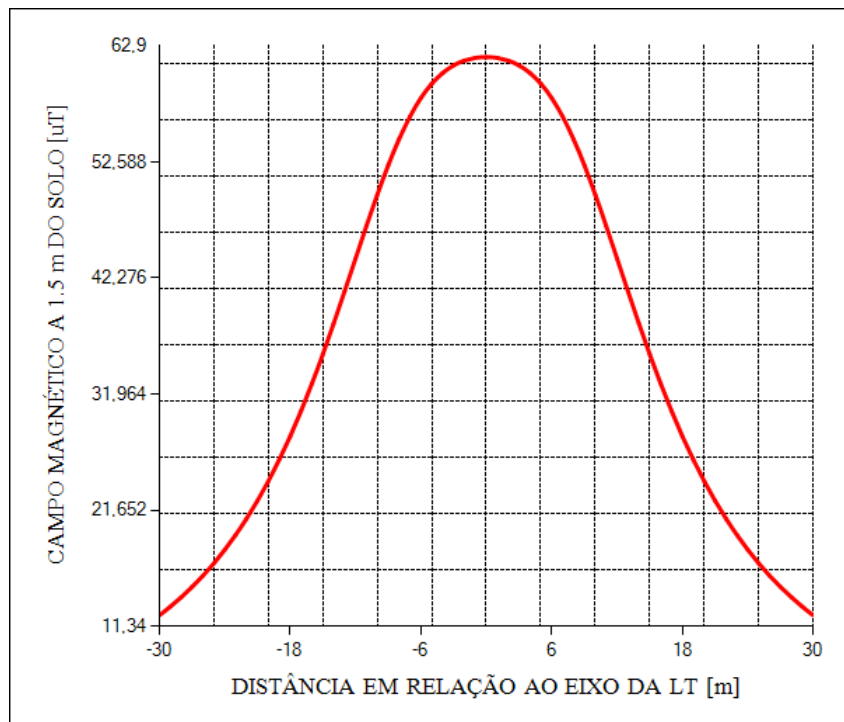


Figura 4.5.b – LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS – Campo Magnético (μT) – Máquinas Agrícolas (Curta Duração)



| | |
|---|--------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 Folha 81 de 91 |

Figura 4.6.a – LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CD – Campo Magnético (μT) – Máquinas Agrícolas (Longa Duração)

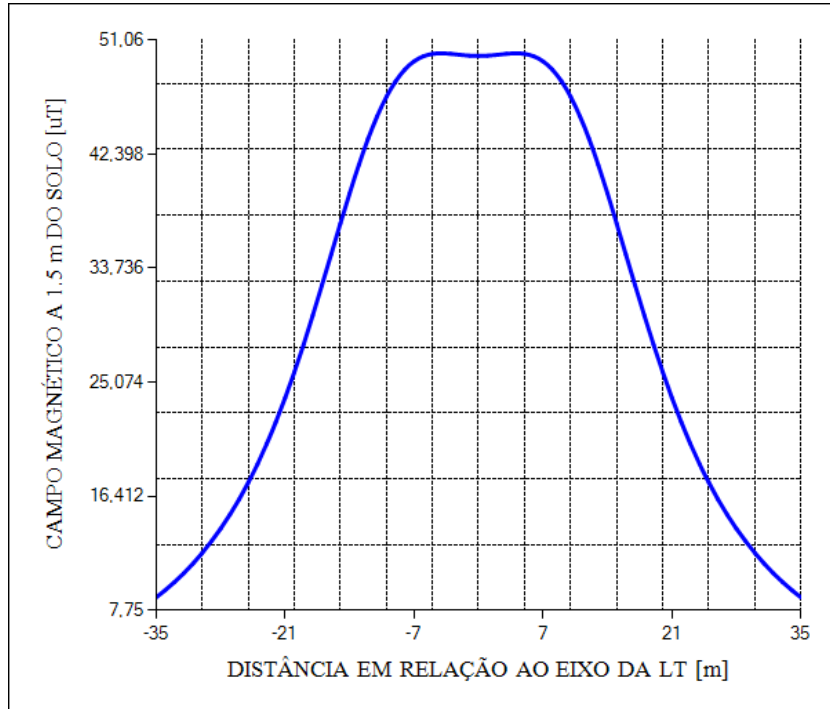
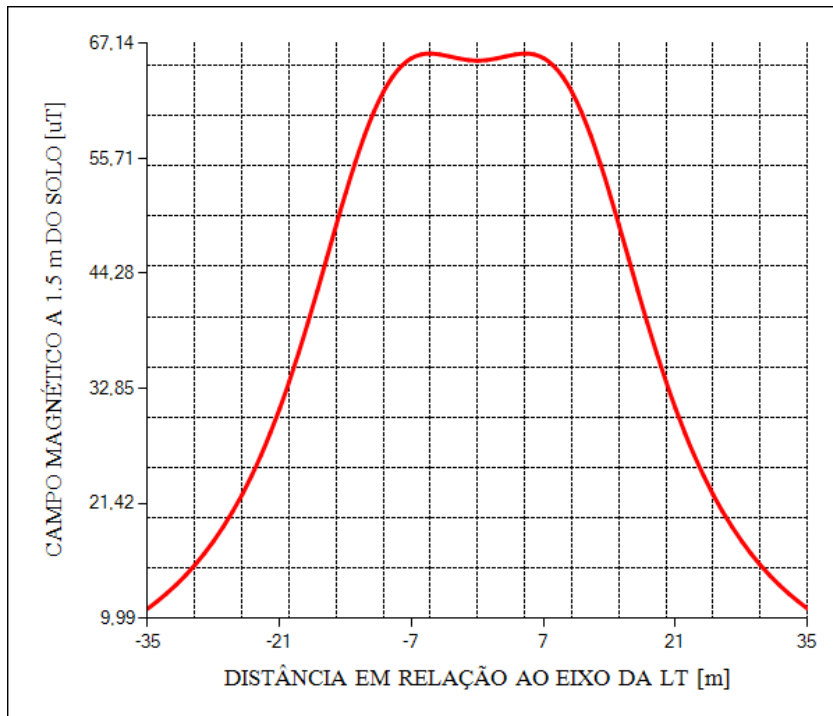


Figura 4.6.b – LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CD – Campo Magnético (μT) – Máquinas Agrícolas (Curta Duração)



| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 82 de 91 |

Figura 5.1 – LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS – Rádio Interferência (tempo todo)

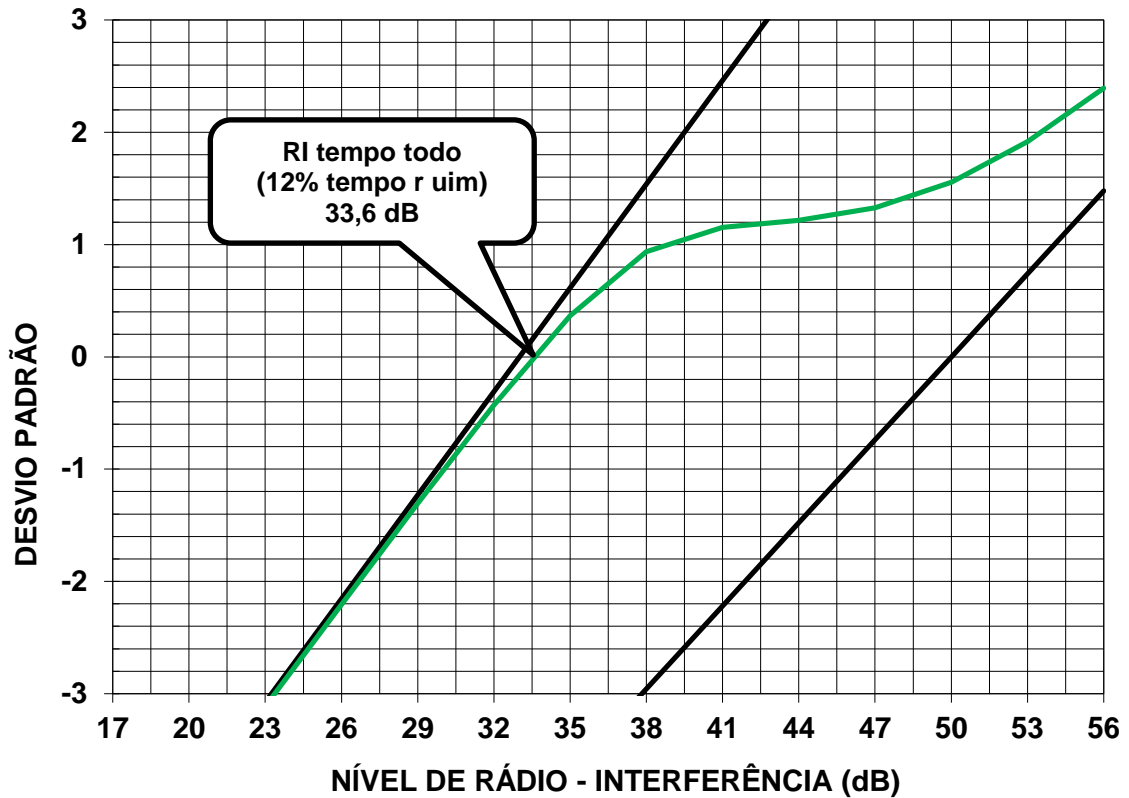
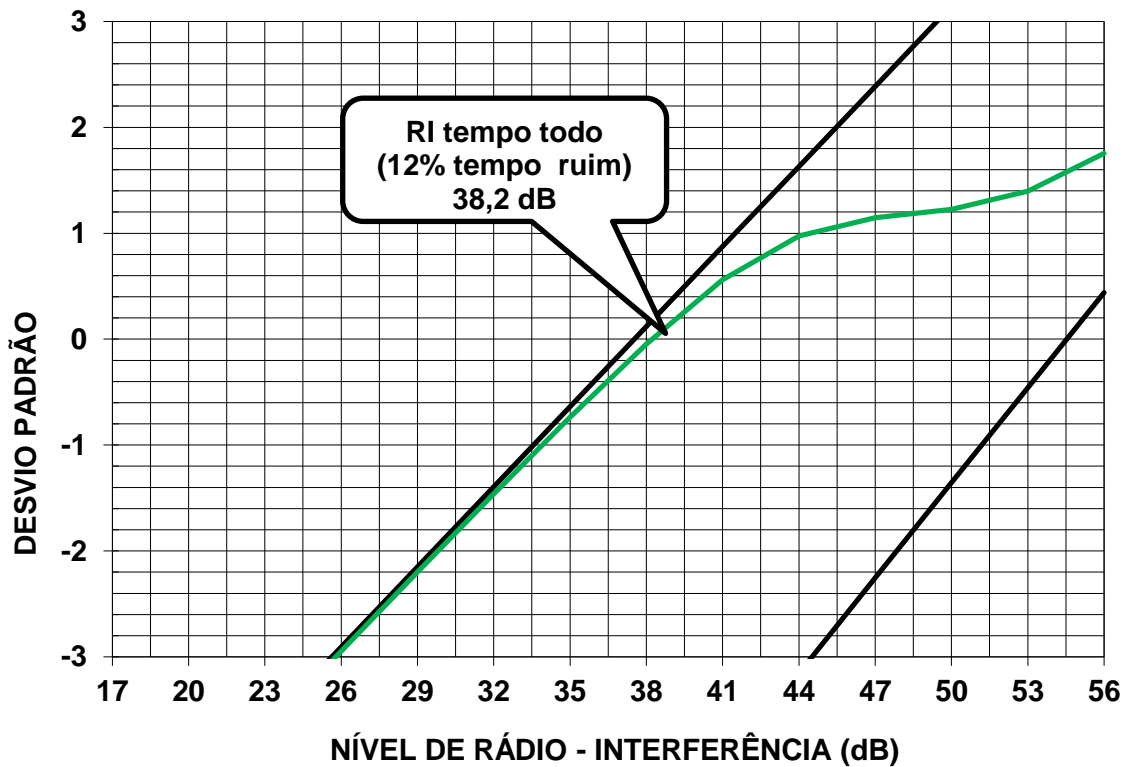


Figura 5.2 – LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD – Rádio Interferência (tempo todo)



| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 83 de 91 |

Figura 5.3 – LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS – Rádio Interferência (tempo todo)

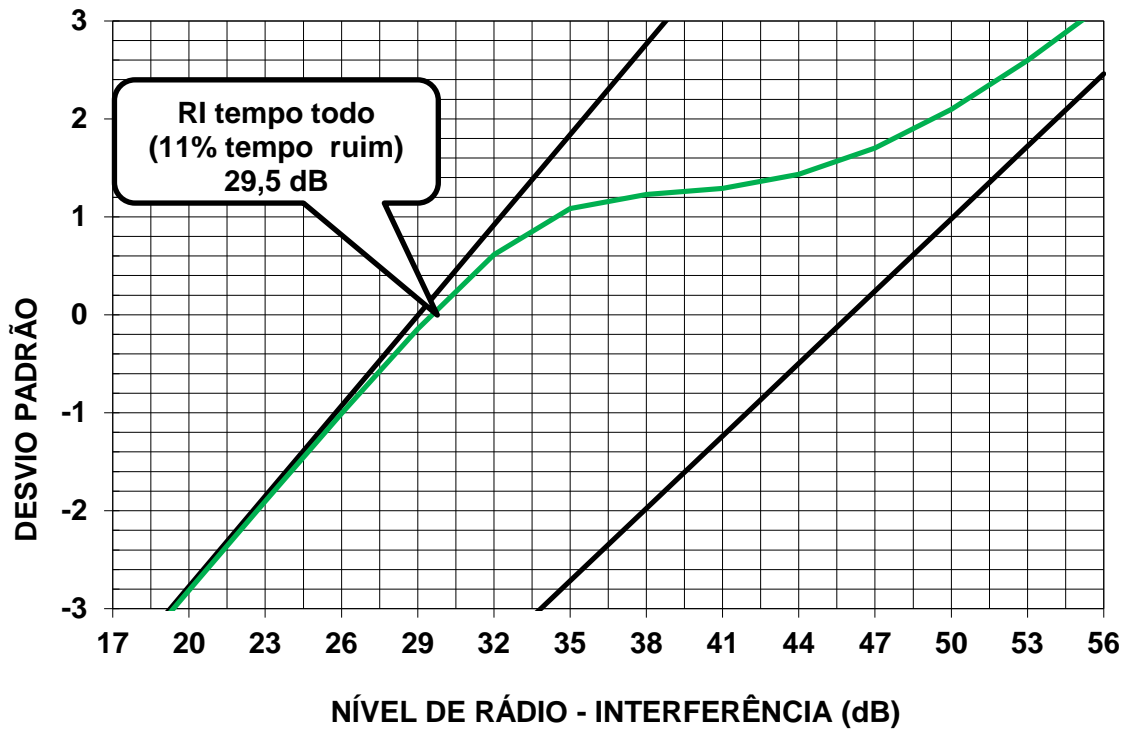
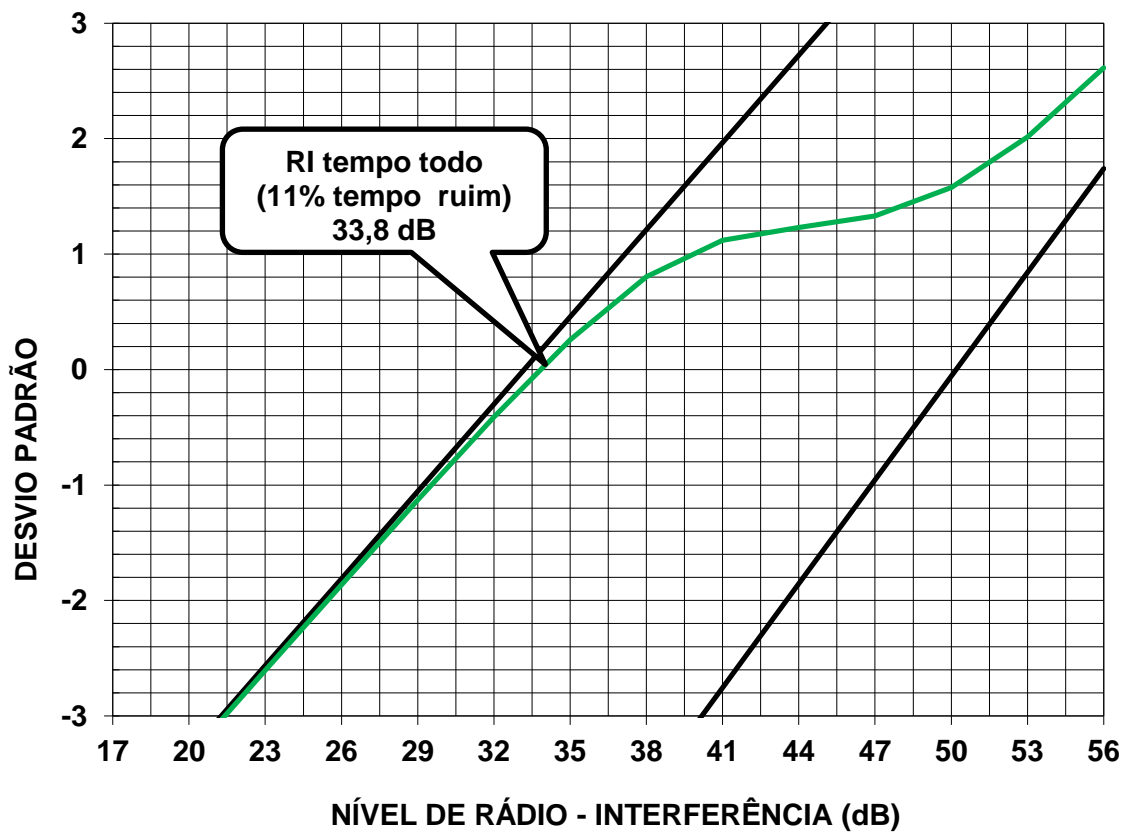


Figura 5.4 – LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CD – Rádio Interferência (tempo todo)



| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 84 de 91 |

Figura 5.5 – LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS – Rádio Interferência (tempo todo)

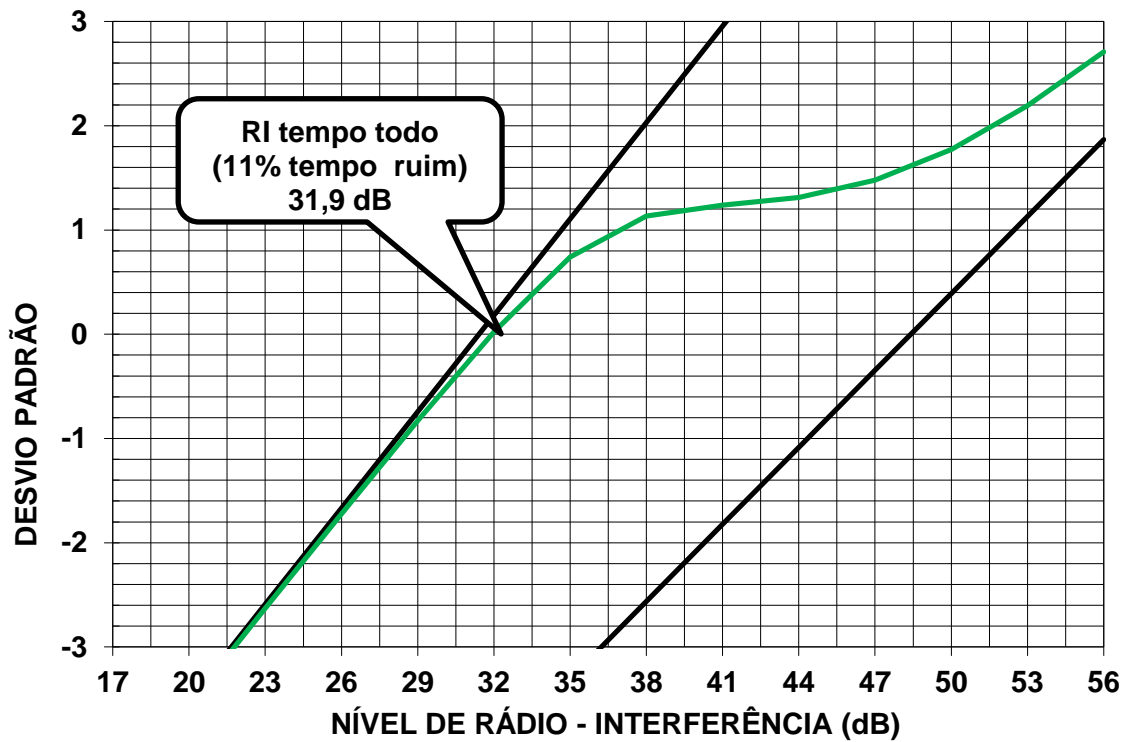
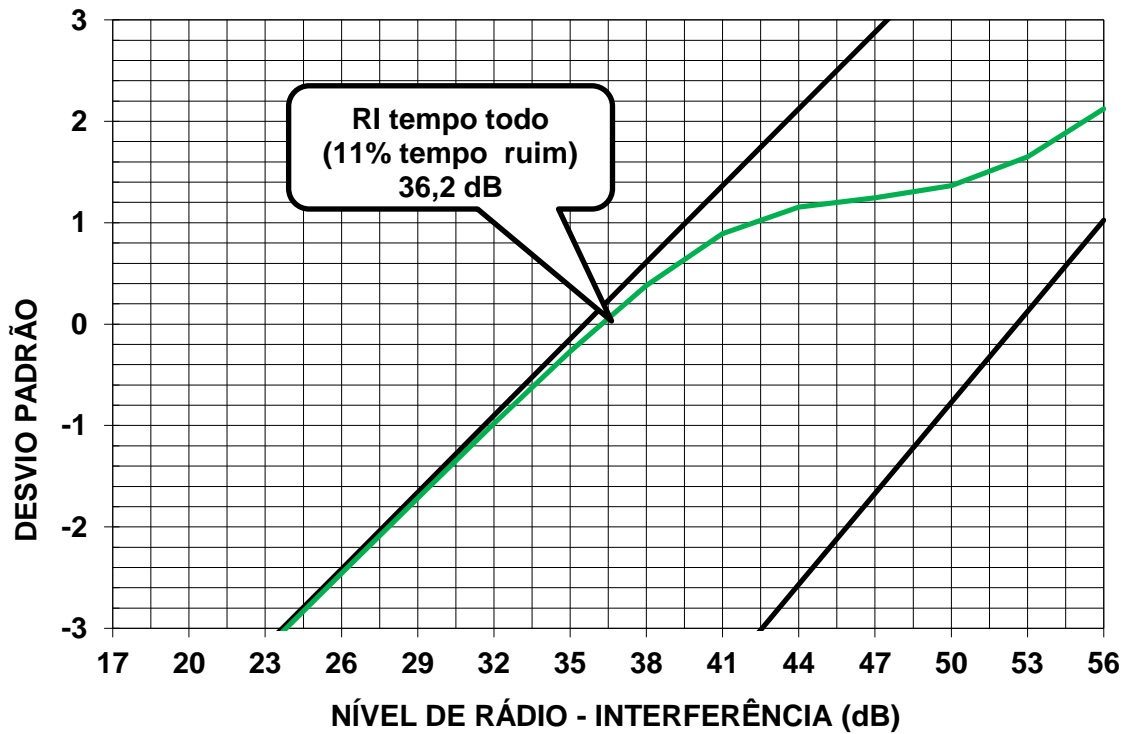
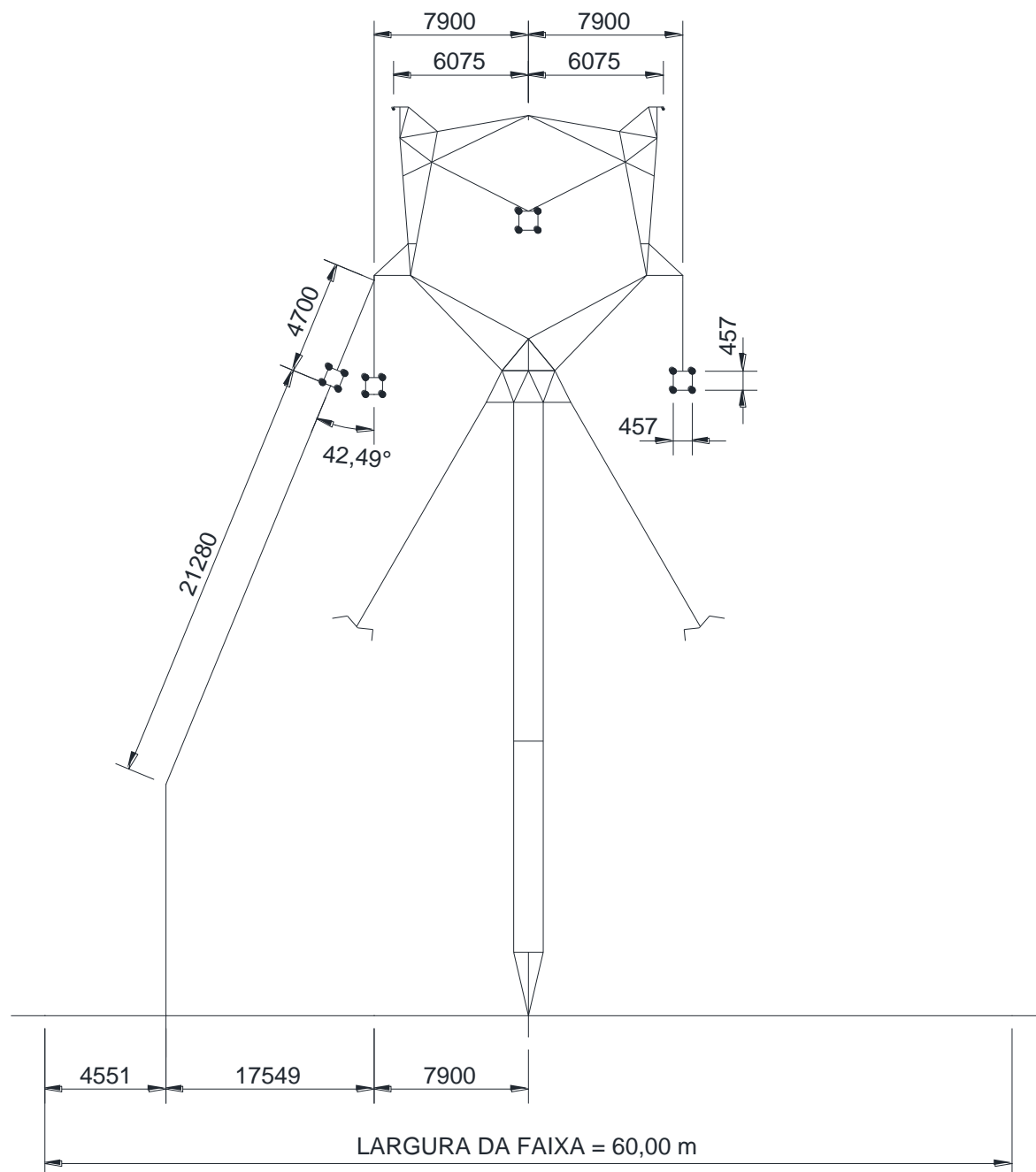


Figura 5.6 – LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CD – Rádio Interferência (tempo todo)



| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 85 de 91 |

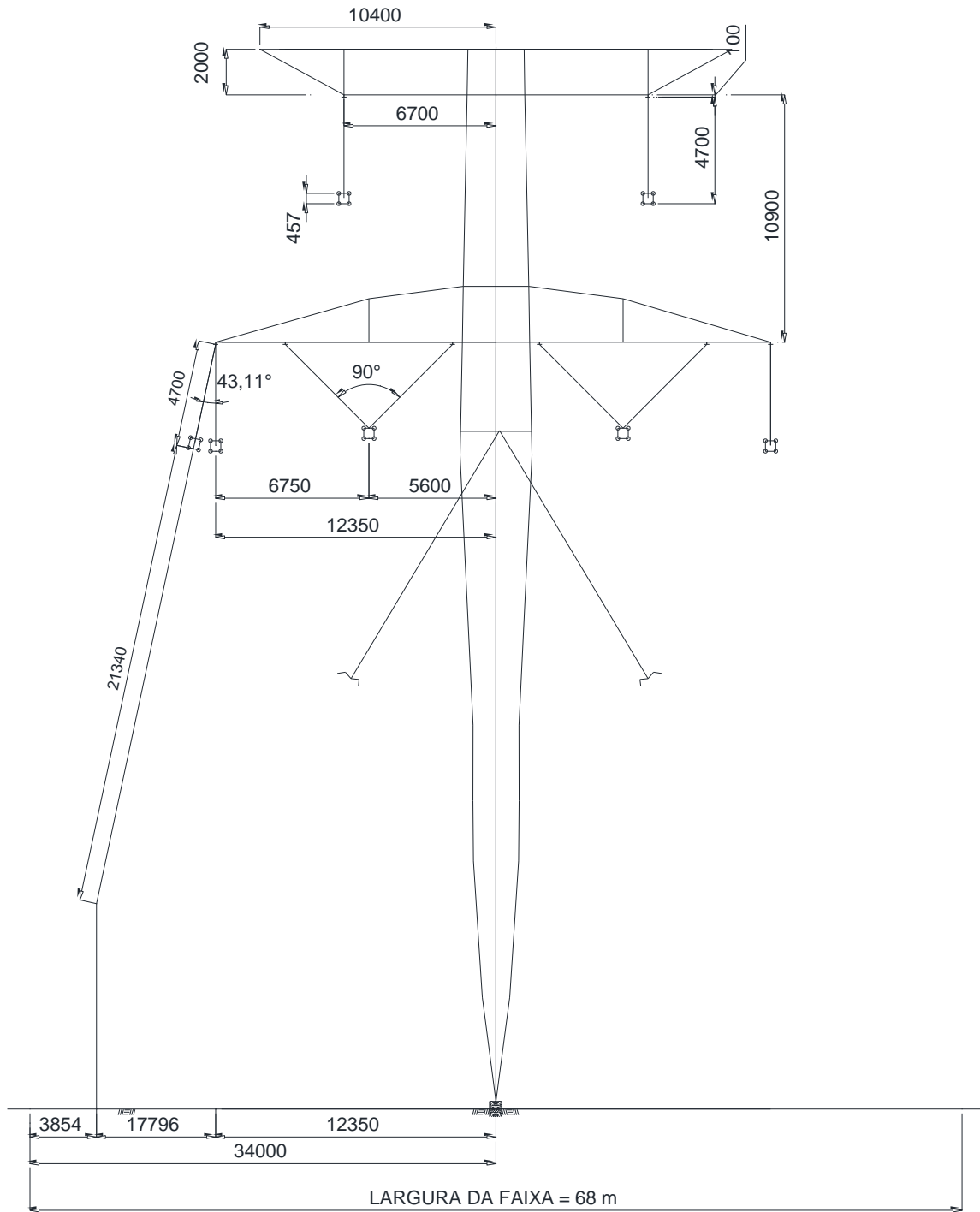
Figura 6.1 – LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS – Faixa de Servidão



Dimensões em mm, exceto onde indicado

| | |
|---|--------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 Folha 86 de 91 |

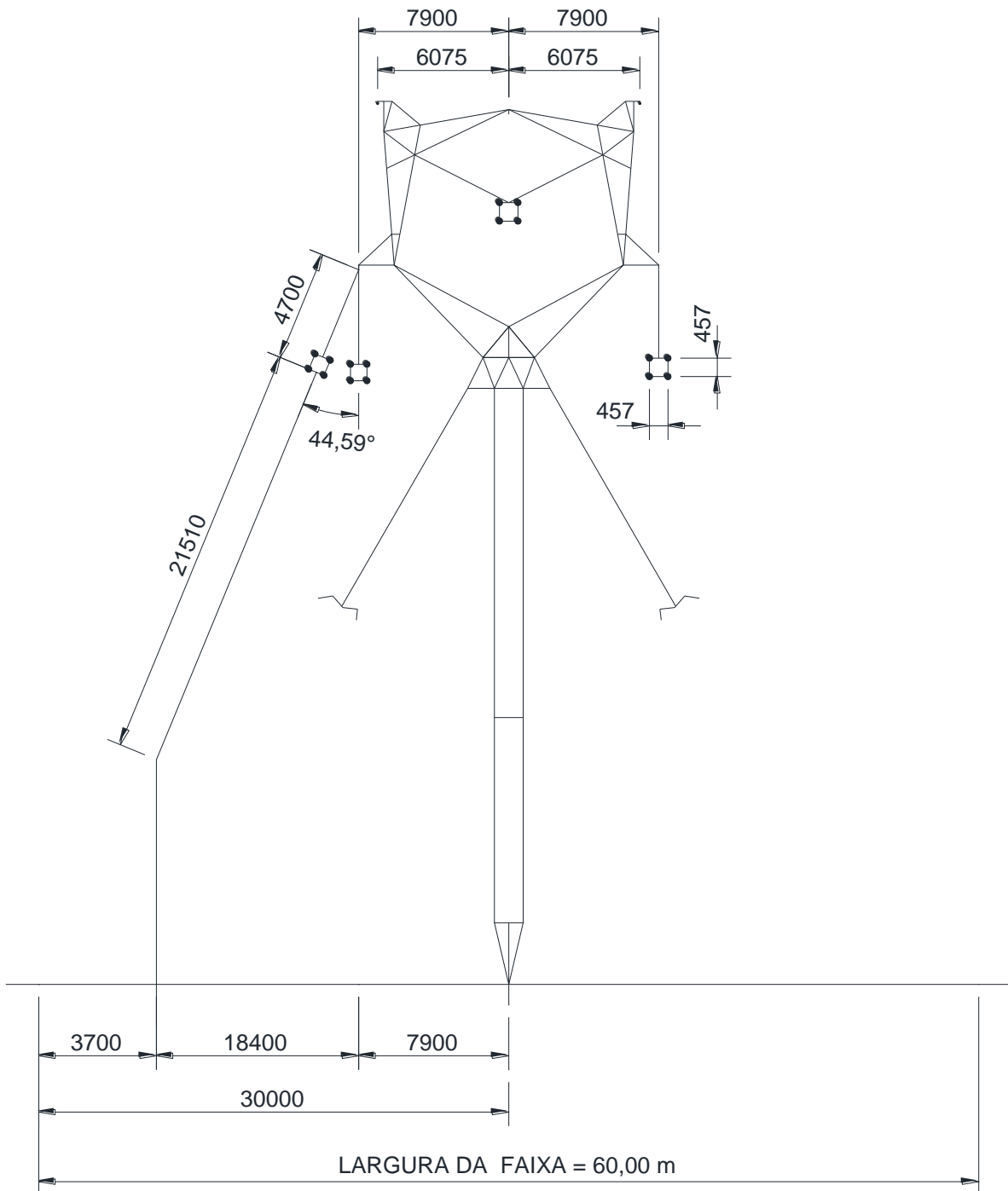
Figura 6.2 – LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD – Faixa de Servidão



Dimensões em mm, exceto onde indicado

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 |
| | Folha 87 de 91 |

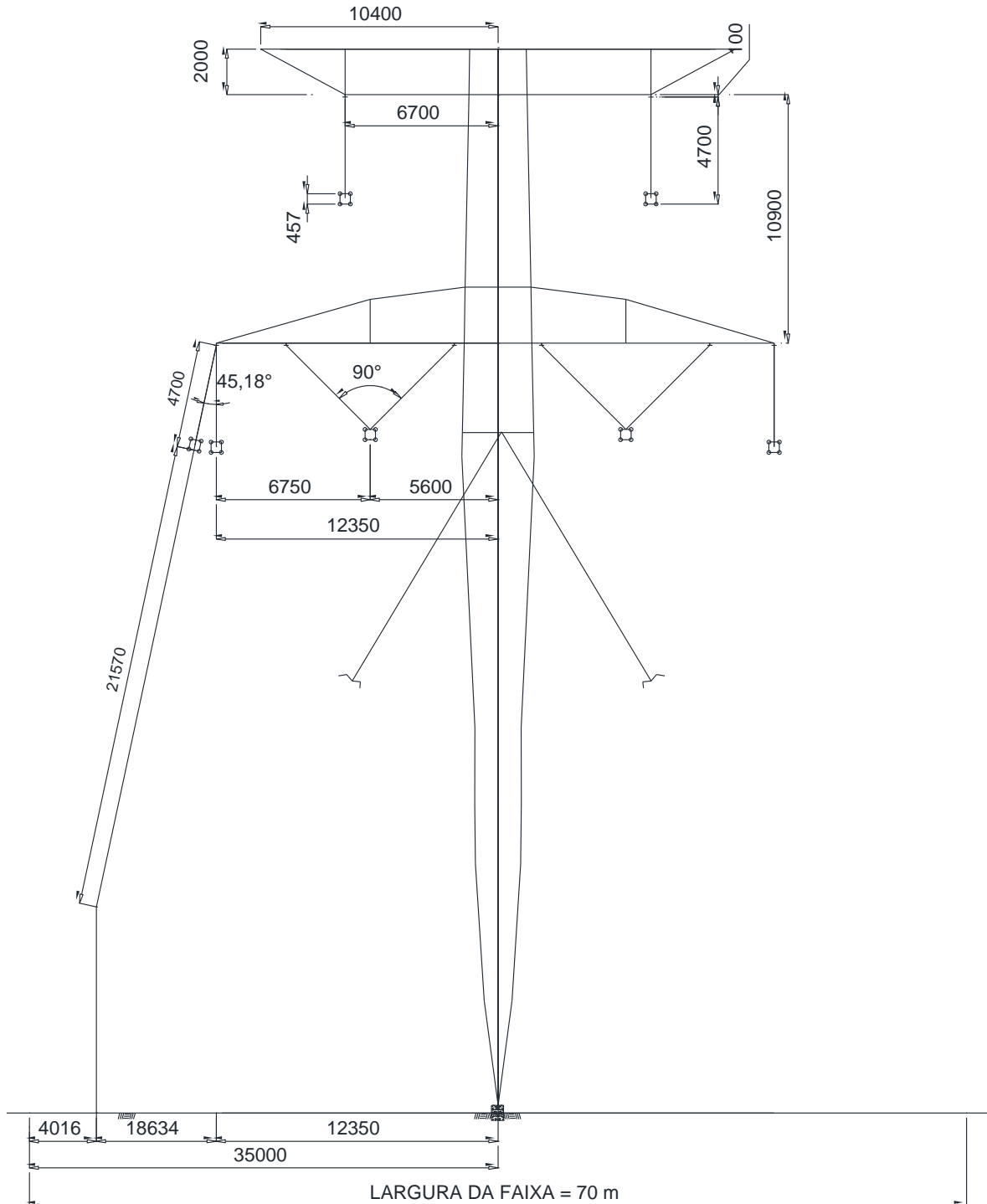
Figura 6.3 – LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS – Faixa de Servidão



Dimensões em mm, exceto onde indicado

| | |
|---|--------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 Folha 88 de 91 |

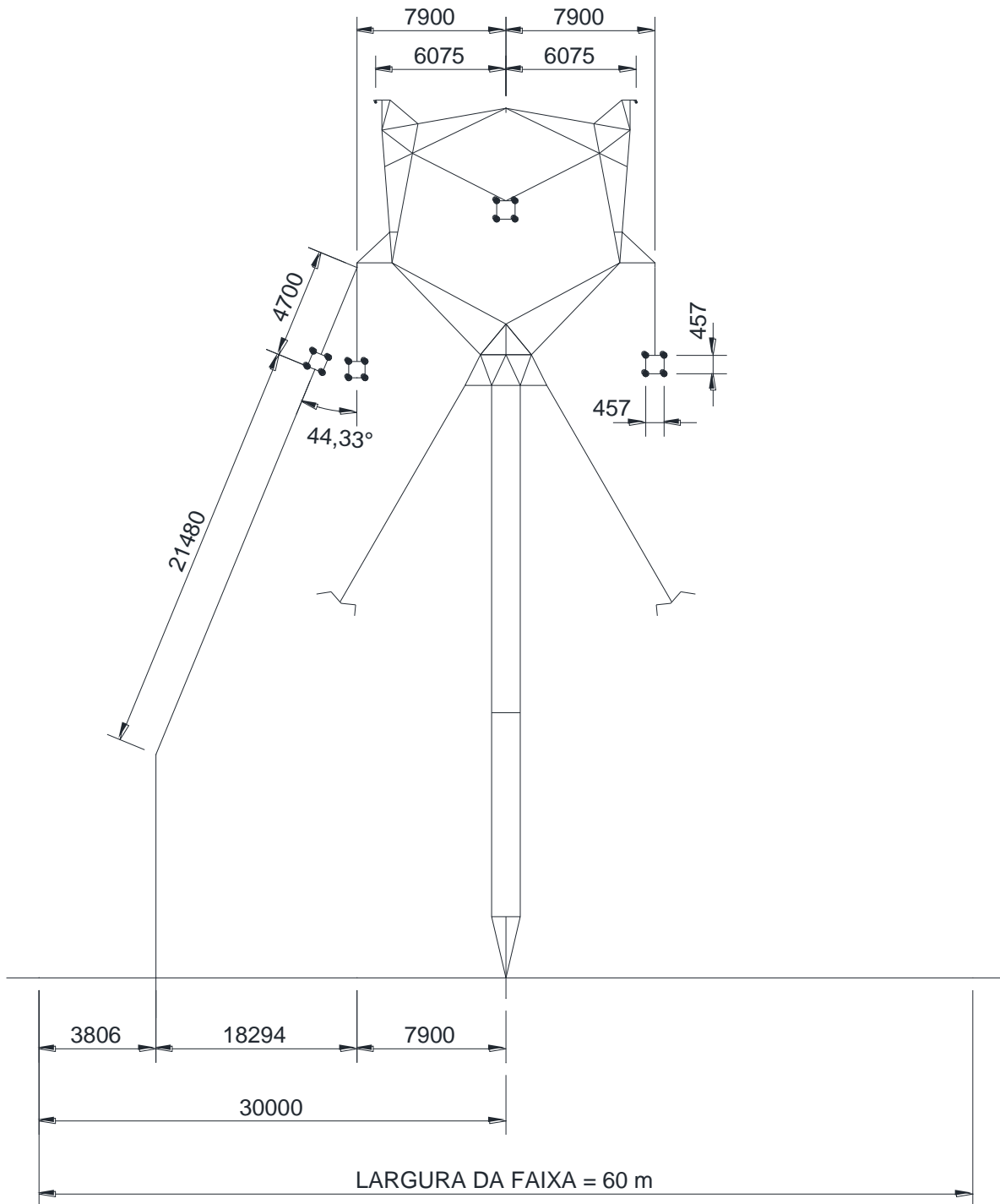
Figura 6.4 – LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CD – Faixa de Servidão



Dimensões em mm, exceto onde indicado

| | |
|---|--------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 Folha 89 de 91 |

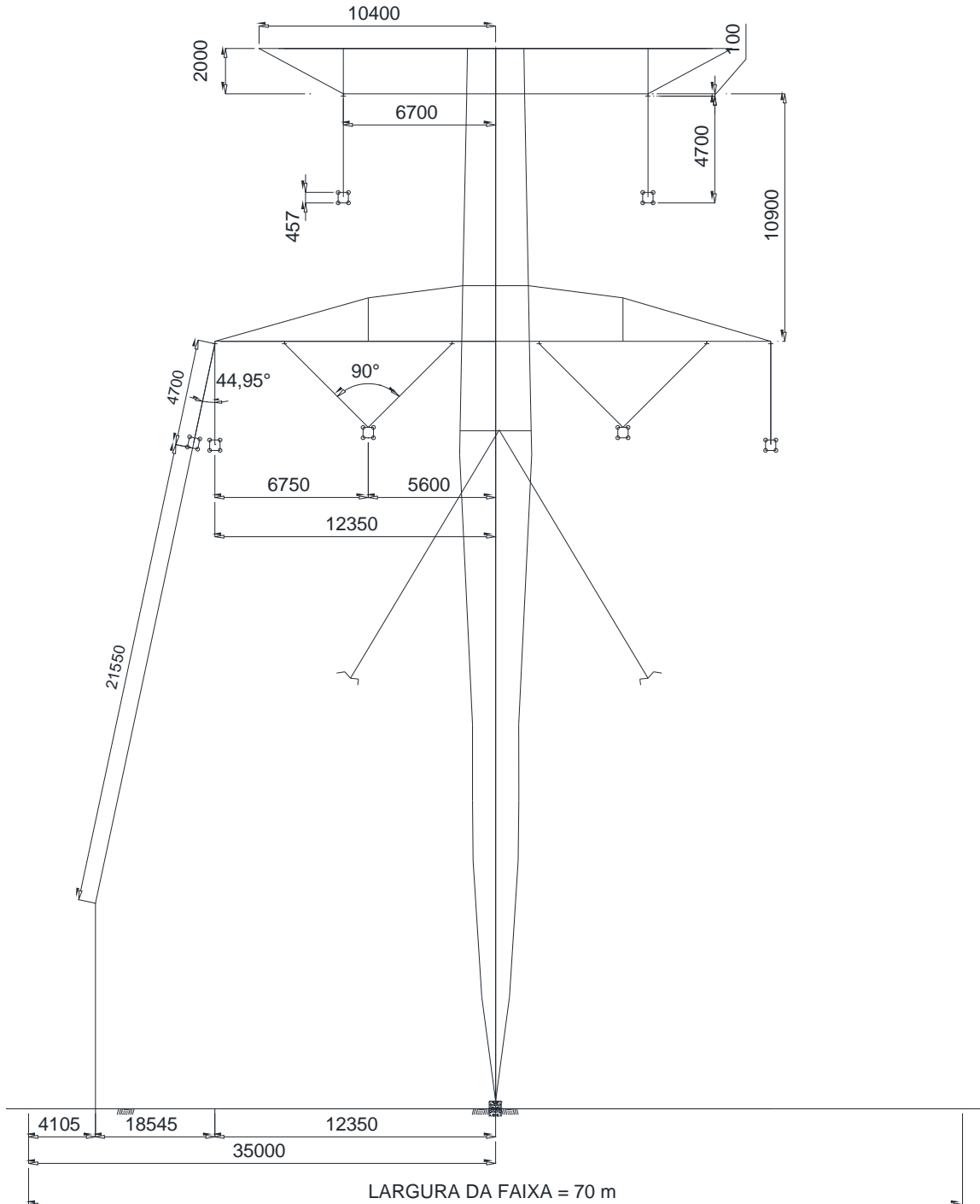
Figura 6.5 – LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS – Faixa de Servidão



Dimensões em mm, exceto onde indicado


| | |
|---|--------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 Folha 90 de 91 |

Figura 6.6 – LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CD – Faixa de Servidão



Dimensões em mm, exceto onde indicado.

| | |
|---|--------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | Rev. 0 Folha 91 de 91 |

| Rev. | Data | Descrição | Elab. | Verif. | Aprov. |
|--|----------|------------------------|--|-------------|------------|
| 0 | 26/06/19 | Emissão Inicial | VRA | KCAR | RJC |
| <p>EKTT 11 Serviços de Transmissão de Energia Elétrica SPE S.A.</p>  | | | <p>Nome da Obra</p> <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> <p>Título do Documento:</p> <p>PROJETO BÁSICO – LOTE 1 - LEILÃO ANEEL n° 04/2018 LINHAS DE TRANSMISSÃO</p> <p>ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS</p> | | |
|  | | | <p>Classe.Proj. Elétrica</p> <p>Situação. Projeto Básico</p> <p>Rev. 0 Folha 1/147</p> | | |
| <p>Elaborado VRA 26/06/19</p> <p>Verificado KCAR 26/06/19</p> <p>Aprovado RJC 26/06/19</p> <p>Responsável CFS 26/06/19</p> <p>CREA N° 200011958-9</p> | | | <p>N° Documento: LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B</p> | | |

| | | |
|---|---|-----|
| 1 | OBJETIVO | 3 |
| 2 | CARACTERÍSTICAS DOS CABOS..... | 3 |
| 3 | DADOS CLIMATOLÓGICOS | 5 |
| 4 | CONDIÇÕES DE PROJETO | 6 |
| 5 | CONDIÇÃO DE GOVERNO | 12 |
| 6 | REFERÊNCIAS..... | 19 |
| 7 | ANEXOS | 20 |
| | ANEXO 1 – CÁLCULO DE FLECHAS E TRAÇÕES | 21 |
| | ANEXO 2 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS TABELAS DE FLECHAS E TRAÇÕES..... | 124 |
| | ANEXO 3 – COMPARAÇÃO DAS FLECHAS CONDUTOR / PARA-RAIOS..... | 146 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 2 de 147 |

1 OBJETIVO

Definir as condições básicas de projeto a serem adotadas no cálculo mecânico do condutor e para-raios as LTs 525 kV integrantes do Lote 01 do Edital de Leilão nº04/2018 da ANEEL. As linhas de transmissão 525 kV integrantes do Lote 01 são:

- a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul (CS) com 281,0 km⁽¹⁾;
- b) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 (CS) com 75,8 km⁽²⁾;
- c) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu (CS) com 72,2 km⁽²⁾;

(1) A linha de transmissão LT 525 kV Areia – Joinville Sul será construída com trecho em torres de circuito duplo, por 4 km, a partir da subestação Joinville Sul, com lançamento de apenas um circuito. O segundo circuito desse trecho, em circuito duplo, será implantado futuramente.

(2) As linhas de transmissão LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 e LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu serão construídas com trechos em torres de circuito duplo, cada uma, por 4 km, a partir da subestação Itajaí 2, com lançamento de apenas um circuito cada. Os segundos circuitos desses trechos, em circuito duplo, serão implantados futuramente.

A partir das condições básicas de projeto, determinar as condições de governo a serem utilizadas nos cálculos de trações e flechas dos condutores e para-raios, necessários para as várias fases dos projetos básico e executivo das LTs em estudo.

2 CARACTERÍSTICAS DOS CABOS

O estudo para definição do condutor e para-raios consta da referência (1). As características principais dos cabos selecionados, necessárias para seu cálculo mecânico dos cabos são apresentadas nos itens abaixo.

2.1 CONDUTORES

| Característica | Unid. | |
|---------------------|-----------------|----------------------|
| Tipo | - | CAL ⁽¹⁾ |
| Bitola | kcmil | 1010 |
| Formação | - | 61 fios Al liga 1120 |
| Quantidade por fase | - | 4 |
| Diâmetro total | mm | 29,34 |
| Seção reta total | mm ² | 509,16 |
| Peso unitário | kgf/m | 1,405 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 3 de 147 |

| Característica | Unid. | |
|---------------------------------------|---------------------|-------------------------|
| Carga de ruptura (GA) | kgf | 11.217,83 |
| Módulo de elasticidade final | kgf/mm ² | 6.298 |
| Coeficiente de dilatação linear final | 1/°C | 23,0 x 10 ⁻⁶ |

⁽¹⁾ Cabo de alumínio liga 1120.

2.2 CABOS PARA-RAIOS CONVENCIONAIS

| Característica | Unid. | Junto às SEs | Restante da LT |
|---------------------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|
| Tipo | - | CAA DOTTEREL | Aço Zincado EAR |
| Bitola | - | 176,9 kcmil | 3/8" |
| Formação | - | 12/7 | 7 fios |
| Galvanização fios de aço | - | Classe A | Classe A |
| Área do cabo | mm ² | 141,94 | 51,08 |
| Peso unitário | kgf/m | 0,657 | 0,407 |
| Diâmetro | mm | 15,42 | 9,144 |
| Módulo de elasticidade final | kgf/mm ² | 10.532 | 18.500 |
| Coeficiente de dilatação linear final | /°C | 15,3 x 10 ⁻⁶ | 11,5 x 10 ⁻⁶ |
| Carga de ruptura (GA) | kgf | 7.834 | 6.985 |

2.3 CABOS PARA-RAIOS OPGW

| Característica ⁽¹⁾ | Unid. | Junto às SEs | Restante da LT |
|--|---------------------|-----------------------|------------------------|
| Tipo | - | OPGW1 | OPGW2 |
| Diâmetro máximo do cabo completo | mm | 14,4 | 13,4 |
| Área total | mm ² | 120,0 | 103,0 |
| Peso unitário máximo do cabo completo | kgf/m | 0,700 | 0,682 |
| Carga de ruptura mínima (GA) | kgf | 11.310 | 9.477 |
| Classe de zincagem da alma de aço | - | A | A |
| Forma construtiva | - | Loose | Loose |
| Elemento de proteção do núcleo óptico ⁽¹⁾ | - | Tubo metálico | Tubo metálico |
| Encordoamento dos fios externos | - | À esquerda | À esquerda |
| Módulo de elasticidade final | kgf/mm ² | 13.100 | 13.800 |
| Coeficiente de dilatação linear final | 1/°C | 14,0x10 ⁻⁶ | 13,2 x10 ⁻⁶ |

| Característica ⁽¹⁾ | Unid. | Junto às SEs | Restante da LT |
|---|------------------------|--------------|----------------|
| Capacidade mínima de corrente de curto-circuito ($T_i = 50^\circ\text{C}$; $T_f = 180^\circ\text{C}$) | $\text{kA}^2.\text{s}$ | 81 | 31 |

⁽¹⁾ As informações da tabela 2.3 serão confirmadas no decorrer do projeto executivo quando da aquisição dos cabos OPGW.

⁽²⁾ Para aquisição dos cabos para-raios OPGW deverão ser respeitados os requisitos mínimos listados no item 8.3 da referência (1).

3 DADOS CLIMATOLÓGICOS

3.1 TEMPERATURAS

| | LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS e CD | LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS e CD | LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS e CD | |
|--|--|---|---|-----|
| Média (EDT) | 19 °C | 21 °C | 20 °C | (2) |
| Mínima absoluta | -3 °C | 1 °C | 0 °C | (2) |
| Média das mínimas (coincidente com o vento de projeto) | 14 °C | 17 °C | 16 °C | (2) |
| Máxima absoluta | 38 °C | 40 °C | 40 °C | (2) |

3.2 VELOCIDADE DE VENTO

| LTs 525 kV Areia – Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu | | | |
|--|--|----------|-----|
| Velocidade extrema (250 anos, 10 min, 10 m, cat. B) | | 125 km/h | (2) |
| Velocidade nominal (50 anos, 10 min, 10 m, cat. B) | | 110 km/h | (2) |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 5 de 147 |

3.3 PRESSÕES DECORRENTES DA AÇÃO DO VENTO NOMINAL (T = 50 ANOS)

| | LT 525 kV Areia – Joinville Sul | | LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 | | LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu | |
|------------|------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| | CS | CD | CS | CD | CS | CD |
| Condutores | 106,9 kgf/m ² | 109,4 kgf/m ² | 114,9 kgf/m ² | 117,6 kgf/m ² | 114,0 kgf/m ² | 116,6 kgf/m ² (2) |
| Para-raios | 112,1 kgf/m ² | 114,4 kgf/m ² | 120,5 kgf/m ² | 123,1 kgf/m ² | 119,5 kgf/m ² | 122,0 kgf/m ² (2) |

3.4 PRESSÕES DECORRENTES DA AÇÃO DO VENTO EXTREMO (T = 250 ANOS)

| | LT 525 kV Areia – Joinville Sul | | LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 | | LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu | |
|------------|------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| | CS | CD | CS | CD | CS | CD |
| Condutores | 138,0 kgf/m ² | 141,2 kgf/m ² | 148,4 kgf/m ² | 151,9 kgf/m ² | 147,2 kgf/m ² | 150,6 kgf/m ² (2) |
| Para-raios | 144,7 kgf/m ² | 147,8 kgf/m ² | 155,7 kgf/m ² | 158,9 kgf/m ² | 154,4 kgf/m ² | 157,6 kgf/m ² (2) |

4 CONDIÇÕES DE PROJETO

As condições básicas de projeto selecionadas para os cabos visam limitar as trações que atuam sobre os mesmos a valores que garantam sua integridade mecânica durante toda a vida útil prevista para as linhas de transmissão.

Os limites adotados devem levar em consideração tanto as cargas resultantes da ação dos ventos de projeto como também as deformações que podem ser produzidas nos cabos por vibrações induzidas por ventos uniformes de baixa intensidade.

São indicados a seguir os limites para as trações nos cabos especificados no Edital:

- Sob ação do vento extremo (T = 250 anos), a tração axial deve ser inferior ou no máximo igual a 70% da carga de ruptura do cabo.
- Sob ação do vento nominal (T = 50 anos), a tração axial deve ser inferior ou no máximo igual a 50% da carga de ruptura do cabo.
- Na condição de temperatura mínima, a tração axial deve ser inferior ou no máximo igual a 33% da carga de ruptura do cabo.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 6 de 147 |

Respeitados os limites estabelecidos nos itens anteriores, as trações de projeto para os cabos para-raios serão definidas de modo que, na condição a 19 °C, sem vento, final, para a LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS e CD, na condição a 21 °C, sem vento, final, para a LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS e CD, e na condição a 20 °C, sem vento, final, para a LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS e CD, suas flechas sejam aproximadamente iguais e limitadas a 90% das flechas correspondentes do condutor.

Em função do exposto nos itens anteriores estão sendo adotadas as seguintes trações de projeto para os cabos selecionados, conforme características dos cabos condutores e para-raios:

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS

| Carregamento | Tração Correspondente em kgf ⁽¹⁾ | | | | |
|---|---|--------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|
| | CAL-1120 1010 kcmil ⁽⁵⁾ | CAA DOTTEREL ⁽⁵⁾ | 3/8” EAR ⁽⁴⁾ | OPGW1 ⁽⁴⁾ | OPGW2 ⁽⁴⁾ |
| 138,0 kgf/m ² , 14 °C, final ⁽²⁾ | 7.852 (70%) | -- | -- | -- | -- |
| 106,9 kgf/m ² , 14 °C, final ⁽²⁾ | 5.609 (50%) | -- | -- | -- | -- |
| 144,7 kgf/m ² , 14 °C, final ⁽²⁾ | -- | 4.700 (60%) | 2.794 (40%) | 4.524 (40%) | 3.791 (40%) |
| 112,1 kgf/m ² , 14 °C, final ⁽²⁾ | -- | 3.917 (50%) | -- | -- | -- |
| s/vento, -3 °C, inicial ⁽²⁾ | 3.702 (33%) | 1.959 (25%) | 1.397 (20%) | 2.262 (20%) | 1.895 (20%) |
| s/vento, 19 °C, final ⁽³⁾ | 2.243,57 (20%) | 1.165,70 (14,88%) | 722,25 (10,34%) | 1.241,84 (10,98%) | 1.210,21 (12,77%) |

(1) O valor entre parênteses indica o percentual da carga de ruptura do cabo.

(2) Trações no suporte.

(3) Tração horizontal

(4) A tração para a condição de vento extremo (T = 250 anos) está sendo limitada a 40% da carga de ruptura dos cabos para-raios 3/8” EAR, OPGW1 E OPGW2 tornando desnecessária a verificação para a condição de vento nominal (T = 50 anos), conforme item 4.b.

(5) Como a tração para a condição de vento extremo para o cabo CAL-1120 1010 MCM é de 70% da carga de ruptura do cabo e para o cabo CAA DOTTEREL é de 60% da carga de ruptura do cabo, foram verificadas as trações para a condição de vento nominal (T = 50 anos) que atendem o limite de 50% da carga de ruptura dos cabos (item 4.b).

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 7 de 147 |

b) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD

| Carregamento | Tração Correspondente em kgf ⁽¹⁾ | | |
|---|---|-----------------------------|----------------------|
| | CAL-1120 1010 kcmil ⁽⁶⁾ | CAA DOTTEREL ⁽⁵⁾ | OPGW1 ⁽⁴⁾ |
| 141,2 kgf/m ² , 14 °C, final ⁽²⁾ | 7.852 (70%) | -- | -- |
| 109,4 kgf/m ² , 14 °C, final ⁽²⁾ | 5.609 (50%) | -- | -- |
| 147,8 kgf/m ² , 14 °C, final ⁽²⁾ | -- | 4.700 (60%) | 4.524 (40%) |
| 114,4 kgf/m ² , 14 °C, final ⁽²⁾ | -- | 3.917 (50%) | -- |
| s/vento, -3 °C, inicial ⁽²⁾ | 3.702 (33%) | 1.959 (25%) | 2.262 (20%) |
| s/vento, 19 °C, final ⁽³⁾ | 2.243,57 (20%) | 1.165,70 (14,88%) | 1.241,84 (10,98%) |

(1) O valor entre parênteses indica o percentual da carga de ruptura do cabo.

(2) Trações no suporte.

(3) Tração horizontal

(4) A tração para a condição de vento extremo (T = 250 anos) está sendo limitada a 40% da carga de ruptura do cabo para-raios OPGW1 tornando desnecessária a verificação para a condição de vento nominal (T = 50 anos), conforme item 4.b.

(5) Como a tração para a condição de vento extremo para o cabo CAA DOTTEREL é de 60% da carga de ruptura do cabo, foram verificadas as trações para a condição de vento nominal (T = 50 anos) que atende o limite de 50% da carga de ruptura do cabo (item 4.b).

(6) Como a tração para a condição de vento extremo para o cabo CAL-1120 1010 MCM é de 70% da carga de ruptura do cabo, foram verificadas as trações para condição de vento nominal (T = 50 anos) que atende o limite de 50% da carga de ruptura do cabo (item 4.b) até o vão de 855 m. A partir desse vão, a condição de partida torna-se variável para o atendimento da condição estabelecida no item 4.b.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 8 de 147 |

c) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS

| Carregamento | Tração Correspondente em kgf ⁽¹⁾ | | | | |
|---|---|--------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|
| | CAL-1120 1010 kcmil ⁽⁶⁾ | CAA DOTTEREL ⁽⁵⁾ | 3/8” EAR ⁽⁴⁾ | OPGW1 ⁽⁴⁾ | OPGW2 ⁽⁴⁾ |
| 148,4 kgf/m ² , 17 °C, final ⁽²⁾ | 7.852 (70%) | -- | -- | -- | -- |
| 114,9 kgf/m ² , 17 °C, final ⁽²⁾ | 5.609 (50%) | -- | -- | -- | -- |
| 155,7 kgf/m ² , 17 °C, final ⁽²⁾ | -- | 4.700 (60%) | 3.143 (45%) | 5.090 (45%) | 4.265 (45%) |
| 120,5 kgf/m ² , 17 °C, final ⁽²⁾ | -- | 3.917 (50%) | -- | -- | -- |
| s/vento, 1 °C, inicial ⁽²⁾ | 3.702 (33%) | 1.959 (25%) | 1.397 (20%) | 2.262 (20%) | 1.895 (20%) |
| s/vento, 21 °C, final ⁽³⁾ | 2.243,57 (20%) | 1.165,70 (14,88%) | 722,25 (10,34%) | 1.241,84 (10,98%) | 1.210,21 (12,77%) |

(1) O valor entre parênteses indica o percentual da carga de ruptura do cabo.

(2) Trações no suporte.

(3) Tração horizontal

(4) A tração para a condição de vento extremo (T = 250 anos) está sendo limitada a 45% da carga de ruptura dos cabos para-raios 3/8” EAR, OPGW1 E OPGW2 tornando desnecessária a verificação para a condição de vento nominal (T = 50 anos), conforme item 4.b.

(5) Como a tração para a condição de vento extremo para o cabo CAA DOTTEREL é de 60% da carga de ruptura do cabo, foram verificadas as trações para a condição de vento nominal (T = 50 anos) que atende o limite de 50% da carga de ruptura do cabo (item 4.b).

(6) Como a tração para a condição de vento extremo para o cabo CAL-1120 1010 MCM é de 70% da carga de ruptura do cabo, foram verificadas as trações para condição de vento nominal (T = 50 anos) que atende o limite de 50% da carga de ruptura do cabo (item 4.b) até o vão de 650 m. A partir desse vão, a condição de partida torna-se variável para o atendimento da condição estabelecida no item 4.b.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 9 de 147 |

d) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CD

| Carregamento | Tração Correspondente em kgf ⁽¹⁾ | | |
|---|---|-----------------------------|----------------------|
| | CAL-1120 1010 kcmil ⁽⁶⁾ | CAA DOTTEREL ⁽⁵⁾ | OPGW1 ⁽⁴⁾ |
| 151,9 kgf/m ² , 17 °C, final ⁽²⁾ | 7.852 (70%) | -- | -- |
| 117,6 kgf/m ² , 17 °C, final ⁽²⁾ | 5.609 (50%) | -- | -- |
| 158,9 kgf/m ² , 17 °C, final ⁽²⁾ | -- | 4.700 (60%) | 5.090 (45%) |
| 123,1 kgf/m ² , 17 °C, final ⁽²⁾ | -- | 3.917 (50%) | -- |
| s/vento, 1 °C, inicial ⁽²⁾ | 3.702 (33%) | 1.959 (25%) | 2.262 (20%) |
| s/vento, 21 °C, final ⁽³⁾ | 2.243,57 (20%) | 1.165,70 (14,88%) | 1.241,84 (10,98%) |

(1) O valor entre parênteses indica o percentual da carga de ruptura do cabo.

(2) Trações no suporte.

(3) Tração horizontal

(4) A tração para a condição de vento extremo (T = 250 anos) está sendo limitada a 45% da carga de ruptura do cabo para-raios OPGW1 tornando desnecessária a verificação para a condição de vento nominal (T = 50 anos), conforme item 4.b.

(5) Como a tração para a condição de vento extremo e para o cabo CAA DOTTEREL é de 60% da carga de ruptura do cabo, foram verificadas as trações para a condição de vento nominal (T = 50 anos) que atende o limite de 50% da carga de ruptura do cabo (item 4.b).

(6) Como a tração para a condição de vento extremo para o cabo CAL-1120 1010 MCM é de 70% da carga de ruptura do cabo, foram verificadas as trações para condição de vento nominal (T = 50 anos) que atende o limite de 50% da carga de ruptura do cabo (item 4.b) até o vão de 580 m. A partir desse vão, a condição de partida torna-se variável para o atendimento da condição estabelecida no item 4.b.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 10 de 147 |

e) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS

| Carregamento | Tração Correspondente em kgf ⁽¹⁾ | | | | |
|---|---|--------------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|
| | CAL-1120 1010 kcmil ⁽⁶⁾ | CAA DOTTEREL ⁽⁵⁾ | 3/8" EAR ⁽⁴⁾ | OPGW1 ⁽⁴⁾ | OPGW2 ⁽⁴⁾ |
| 147,2 kgf/m ² , 16 °C, final ⁽²⁾ | 7.852 (70%) | -- | -- | -- | -- |
| 114,0 kgf/m ² , 16 °C, final ⁽²⁾ | 5.609 (50%) | -- | -- | -- | -- |
| 154,4 kgf/m ² , 16 °C, final ⁽²⁾ | -- | 4.700 (60%) | 3.143 (45%) | 5.090 (45%) | 4.265 (45%) |
| 119,5 kgf/m ² , 16 °C, final ⁽²⁾ | -- | 3.917 (50%) | -- | -- | -- |
| s/vento, 0 °C, inicial ⁽²⁾ | 3.702 (33%) | 1.959 (25%) | 1.397 (20%) | 2.262 (20%) | 1.895 (20%) |
| s/vento, 20 °C, final ⁽³⁾ | 2.243,57 (20%) | 1.165,70 (14,88%) | 722,25 (10,34%) | 1.241,84 (10,98%) | 1.210,21 (12,77%) |

(1) O valor entre parênteses indica o percentual da carga de ruptura do cabo.

(2) Trações no suporte.

(3) Tração horizontal

(4) A tração para a condição de vento extremo (T = 250 anos) está sendo limitada a 45% da carga de ruptura dos cabos para-raios 3/8" EAR, OPGW1 e OPGW2 tornando desnecessária a verificação para a condição de vento nominal (T = 50 anos), conforme item 4.b.

(5) Como a tração para a condição de vento extremo para o cabo CAA DOTTEREL é de 60% da carga de ruptura do cabo, foram verificadas as trações para a condição de vento nominal (T = 50 anos) que atende o limite de 50% da carga de ruptura do cabo (item 4.b).

(6) Como a tração para a condição de vento extremo para o cabo CAL-1120 1010 MCM é de 70% da carga de ruptura do cabo, foram verificadas as trações para condição de vento nominal (T = 50 anos) que atende o limite de 50% da carga de ruptura do cabo (item 4.b) até o vão de 680 m. A partir desse vão, a condição de partida torna-se variável para o atendimento da condição estabelecida no item 4.b.

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 11 de 147 |

f) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CD

| Carregamento | Tração Correspondente em kgf ⁽¹⁾ | | |
|---|---|-----------------------------|----------------------|
| | CAL-1120 1010 kcmil ⁽⁶⁾ | CAA DOTTEREL ⁽⁵⁾ | OPGW1 ⁽⁴⁾ |
| 150,6 kgf/m ² , 16 °C, final ⁽²⁾ | 7.852 (70%) | -- | -- |
| 116,6 kgf/m ² , 16 °C, final ⁽²⁾ | 5.609 (50%) | -- | -- |
| 157,6 kgf/m ² , 16 °C, final ⁽²⁾ | -- | 4.700 (60%) | 5.090 (45%) |
| 122,0 kgf/m ² , 16 °C, final ⁽²⁾ | -- | 3.917 (50%) | -- |
| s/vento, 0 °C, inicial ⁽²⁾ | 3.702 (33%) | 1.959 (25%) | 2.262 (20%) |
| s/vento, 20 °C, final ⁽³⁾ | 2.243,57 (20%) | 1.165,70 (14,88%) | 1.241,84 (10,98%) |

(1) O valor entre parênteses indica o percentual da carga de ruptura do cabo.

(2) Trações no suporte.

(3) Tração horizontal

(4) A tração para a condição de vento extremo (T = 250 anos) está sendo limitada a 45% da carga de ruptura do cabo para-raios OPGW1 tornando desnecessária a verificação para a condição de vento nominal (T = 50 anos), conforme item 4.b.

(5) Como a tração para a condição de vento extremo para o cabo CAA DOTTEREL é de 60% da carga de ruptura do cabo, foram verificadas as trações para a condição de vento nominal (T = 50 anos) que atendem o limite de 50% da carga de ruptura do cabo (item 4.b).

(6) Como a tração para a condição de vento extremo para o cabo CAL-1120 1010 MCM é de 70% da carga de ruptura do cabo, foram verificadas as trações para condição de vento nominal (T = 50 anos) que atende o limite de 50% da carga de ruptura do cabo (item 4.b) até o vão de 600 m. A partir desse vão, a condição de partida torna-se variável para o atendimento da condição estabelecida no item 4.b.

5 CONDIÇÃO DE GOVERNO

A partir das condições de projeto constantes do item 4 anterior foram calculadas, para cada cabo, as flechas e trações correspondentes.

Os cálculos foram realizados fazendo uso do programa de computador FLETA e das curvas tensão-deformação (inicial e final) e fluência (creep) própria do cabo em estudo.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 12 de 147 |

Os relatórios de saída do programa FLETA para as condições de projeto adotadas constam do Anexo 1 assim como sua representação gráfica consta do Anexo 2.

Os cálculos foram executados para uma faixa de vãos variando de 300 m a 900 m, a qual deve cobrir a quase totalidade dos vãos esperados para as LTs em estudo. No decorrer do projeto executivo, vãos básicos ou isolados que venham a estar situados fora dessa faixa serão objeto de estudo específico, respeitado o disposto no capítulo 4.

O exame dos relatórios de saída e dos respectivos gráficos permite constatar que, partindo da tração a 19 °C, sem vento, final, para a LT 525 kV Areia – Joinville CS e CD, 21 °C, sem vento, final, para a LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS e CD, e 20 °C, sem vento, final para a LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS e CD, as demais condições de projeto são respeitadas, para o intervalo de vãos considerado (300 a 900 metros).

A relação entre as flechas dos cabos para-raios e dos condutores atende o especificado no item anterior, validando as condições de governo selecionadas.

Concluindo, é indicada a seguir a condição de governo para todos os cabos:

5.1 LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS

| | |
|--|---|
| a) Condição de Governo | 19 °C, sem vento, final |
| b) Intervalo de vãos básicos (V) | $300\text{ m} \leq V \leq 900\text{ m}$ |
| c) Trações horizontais correspondentes à condição de governo | |
| CAL 1010 kcmil (Liga 1120) | 2.243,57 kgf (20,00% CR) |
| CAA DOTTEREL | 1.165,70 kgf (14,88% CR) |
| OPGW1 | 1.241,84 kgf (10,98% CR) |
| 3/8" EAR | 722,25 kgf (10,34% CR) |
| OPGW2 | 1.210,21 kgf (12,77% CR) |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 13 de 147 |

5.2 LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD

- **Condutor CAL-1120 1010 kcmil (Vãos $300\text{ m} \leq V \leq 855\text{ m}$)**

- a) Condição de Governo 19 °C, sem vento, final
- b) Intervalo de vãos básicos (V) $300\text{ m} \leq V \leq 855\text{ m}$
- c) Trações horizontais correspondentes à condição de governo 2.243,57 kgf (20,00% CR)

- **Condutor CAL-1120 1010 kcmil (vãos $855\text{ m} < V \leq 900\text{ m}$)**

- a) Condição de Governo⁽¹⁾ 14°C, vento nominal
(T=50 anos) de 109,4 kgf/m²,
final
- b) Intervalo de vãos básicos (V) $855\text{ m} < V \leq 900\text{ m}$
- c) Trações no suporte correspondentes à condição de governo 5.609,00 kgf (50,0% CR)

(1) – Para os vãos equivalentes superiores a 855 metros as trações de EDS irão variar de acordo com o vão, mantendo como condição regente o limite de 50% da tração de ruptura para vento nominal (T=50 anos).

- **Para-raios**

- a) Condição de Governo 19 °C, sem vento, final
- b) Intervalo de vãos básicos (V) $300\text{ m} \leq V \leq 900\text{ m}$
- c) Trações horizontais correspondentes à condição de governo
 - CAA DOTTEREL 1.165,70 kgf (14,88% CR)
 - OPGW1 1.241,84 kgf (10,98% CR)

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 14 de 147 |

5.3 LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS

- **Condutor CAL-1120 1010 kcmil (Vãos $300\text{ m} \leq V \leq 650\text{ m}$)**

- a) Condição de Governo 21 °C, sem vento, final
- b) Intervalo de vãos básicos (V) $300\text{ m} \leq V \leq 650\text{ m}$
- c) Trações horizontais correspondentes à condição de governo 2.243,57 kgf (20,00% CR)

- **Condutor CAL-1120 1010 kcmil (vãos $650\text{ m} < V \leq 900\text{ m}$)**

- a) Condição de Governo⁽¹⁾ 17°C, vento nominal
(T=50 anos) de 114,9 kgf/m²,
final
- b) Intervalo de vãos básicos (V) $650\text{ m} < V \leq 900\text{ m}$
- c) Trações no suporte correspondentes à condição de governo 5.609,00 kgf (50,0% CR)

(1) – Para os vãos equivalentes superiores a 650 metros as trações de EDS irão variar de acordo com o vão, mantendo como condição regente o limite de 50% da tração de ruptura para vento nominal (T=50 anos).

- **Para-raios**

- a) Condição de Governo 21 °C, sem vento, final
- b) Intervalo de vãos básicos (V) $300\text{ m} \leq V \leq 900\text{ m}$
- c) Trações horizontais correspondentes à condição de governo

| | |
|--------------|--------------------------|
| CAA DOTTEREL | 1.165,70 kgf (14,88% CR) |
| OPGW1 | 1.241,84 kgf (10,98% CR) |
| 3/8" EAR | 722,25 kgf (10,34% CR) |
| OPGW2 | 1.210,21 kgf (12,77% CR) |

5.4 LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CD

- **Condutor CAL-1120 1010 kcmil (Vãos $300\text{ m} \leq V \leq 580\text{ m}$)**

- a) Condição de Governo 21 °C, sem vento, final
- b) Intervalo de vãos básicos (V) $300\text{ m} \leq V \leq 580\text{ m}$
- c) Trações horizontais correspondentes à condição de governo 2.243,57 kgf (20,00% CR)

- **Condutor CAL-1120 1010 kcmil (vãos $580\text{ m} < V \leq 900\text{ m}$)**

- a) Condição de Governo⁽¹⁾ 17°C, vento nominal
(T=50 anos) de 117,6 kgf/m²,
final
- b) Intervalo de vãos básicos (V) $580\text{ m} < V \leq 900\text{ m}$
- c) Trações no suporte correspondentes à condição de governo 5.609,00 kgf (50,0% CR)

(1) – Para os vãos equivalentes superiores a 580 metros as trações de EDS irão variar de acordo com o vão, mantendo como condição regente o limite de 50% da tração de ruptura para vento nominal (T=50 anos).

- **Para-raios**

- d) Condição de Governo 21 °C, sem vento, final
- e) Intervalo de vãos básicos (V) $300\text{ m} \leq V \leq 900\text{ m}$
- f) Trações horizontais correspondentes à condição de governo
 - CAA DOTTEREL 1.165,70 kgf (14,88% CR)
 - OPGW1 1.241,84 kgf (10,98% CR)

5.5 LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS

- **Condutor CAL-1120 1010 kcmil (Vãos $300\text{ m} \leq V \leq 680\text{ m}$)**

- | | |
|--|---|
| a) Condição de Governo | 20 °C, sem vento, final |
| b) Intervalo de vãos básicos (V) | $300\text{ m} \leq V \leq 680\text{ m}$ |
| c) Trações horizontais correspondentes à condição de governo | 2.243,57 kgf (20,00% CR) |

- **Condutor CAL-1120 1010 kcmil (vãos $680\text{ m} < V \leq 900\text{ m}$)**

- | | |
|---|--|
| | 16°C, vento nominal |
| a) Condição de Governo ⁽¹⁾ | (T=50 anos) de 114,0 kgf/m ² , final |
| b) Intervalo de vãos básicos (V) | $680\text{ m} < V \leq 900\text{ m}$ |
| c) Trações no suporte correspondentes à condição de governo | 5.609,00 kgf (50,0% CR) |

(1) – Para os vãos equivalentes superiores a 680 metros as trações de EDS irão variar de acordo com o vão, mantendo como condição regente o limite de 50% da tração de ruptura para vento nominal (T=50 anos).

- **Para-raios**

- | | |
|--|---|
| a) Condição de Governo | 20 °C, sem vento, final |
| b) Intervalo de vãos básicos (V) | $300\text{ m} \leq V \leq 900\text{ m}$ |
| c) Trações horizontais correspondentes à condição de governo | |
| CAA DOTTEREL | 1.165,70 kgf (14,88% CR) |
| OPGW1 | 1.241,84 kgf (10,98% CR) |
| 3/8" EAR | 722,25 kgf (10,34% CR) |
| OPGW2 | 1.210,21 kgf (12,77% CR) |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 17 de 147 |

5.6 LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CD

- **Condutor CAL-1120 1010 kcmil (Vãos $300\text{ m} \leq V \leq 600\text{ m}$)**

- | | |
|--|---|
| a) Condição de Governo | 20 °C, sem vento, final |
| b) Intervalo de vãos básicos (V) | $300\text{ m} \leq V \leq 600\text{ m}$ |
| c) Trações horizontais correspondentes à condição de governo | 2.243,57 kgf (20,00% CR) |

- **Condutor CAL-1120 1010 kcmil (vãos $600\text{ m} < V \leq 900\text{ m}$)**

- | | |
|---|--|
| | 16°C, vento nominal |
| a) Condição de Governo ⁽¹⁾ | (T=50 anos) de 116,6 kgf/m ² , final |
| b) Intervalo de vãos básicos (V) | $600\text{ m} < V \leq 900\text{ m}$ |
| c) Trações no suporte correspondentes à condição de governo | 5.609,00 kgf (50,0% CR) |

(1) – Para os vãos equivalentes superiores a 600 metros as trações de EDS irão variar de acordo com o vão, mantendo como condição regente o limite de 50% da tração de ruptura para vento nominal (T=50 anos).

- **Para-raios**

- | | |
|----------------------------------|---|
| a) Condição de Governo | 20 °C, sem vento, final |
| b) Intervalo de vãos básicos (V) | $300\text{ m} \leq V \leq 900\text{ m}$ |

Trações horizontais correspondentes à condição de governo

| | |
|--------------|--------------------------|
| CAA DOTTEREL | 1.165,70 kgf (14,88% CR) |
| OPGW1 | 1.241,84 kgf (10,98% CR) |

As condições de governo dos cabos OPGW1 e OPGW2 serão confirmadas no decorrer do projeto executivo quando forem conhecidas as características mecânicas dos cabos efetivamente comprados. As condições selecionadas deverão atender integralmente o disposto no item 4 deste relatório.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 18 de 147 |

6 REFERÊNCIAS

- 1 Projeto Básico, CONDUTOR E PARA-RAIOS, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B.
- 2 Projeto Básico, DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B.

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 19 de 147 |

7 ANEXOS

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 Folha 20 de 147 |

ANEXO 1 – CÁLCULO DE FLECHAS E TRAÇÕES

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 21 de 147 |

ANEXO 1A – LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CS

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CS

| | |
|--|--|
| CABO | CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios |
| TRAÇÃO DE PARTIDA | 2.243,57 kgf, a 19 °C, sem vento, final |
| PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) | 138,0 kgf/m² |

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

CAL 1120 1010 61 fios
 PESO UNITÁRIO = 1.405 kgf/m DIÂMETRO = 29.34 mm ÁREA DA SEÇÃO = 509.16 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 2.3E-05 FINAL = 2.3E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
 A0 = -0.0217 A1 = 1.46E-05 A2 = -3.01E-10 A3 = 1.21E-14
 CREEP Y = B.X B = 88800 FINAL Y = C.X + C1 C = 88800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 2243.57 TEMPERATURA DE PARTIDA = 19.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 4.2858 PRESSAO DE VENTO = 138.00 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANÇA DE ESTADO = 19.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 138.00 kgf/m ² | | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|--|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | |
| -3.0 | 2700 | 5.87 | 2624 | 6.05 | 5758 | 8.44 | 5799 | 8.37 | |
| 14.0 | 2390 | 6.64 | 2327 | 6.83 | 5433 | 8.95 | 5448 | 8.92 | |
| 19.0 | 2313 | 6.87 | 2253 | 7.05 | 5344 | 9.10 | 5354 | 9.08 | |
| 60.0 | 1855 | 8.58 | 1816 | 8.77 | 4717 | 10.33 | 4703 | 10.37 | |
| 71.0 | 1768 | 9.01 | 1733 | 9.20 | 4576 | 10.66 | 4559 | 10.70 | |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 22 de 147 |

LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CS

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

138,0 kgf/m²

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 138.00 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| -3.0 | 2518 | 11.24 | 2475 | 11.44 | 6087 | 14.25 | 6136 | 14.13 |
| 14.0 | 2343 | 12.09 | 2305 | 12.30 | 5845 | 14.85 | 5875 | 14.77 |
| 19.0 | 2298 | 12.34 | 2261 | 12.54 | 5778 | 15.03 | 5804 | 14.96 |
| 60.0 | 1997 | 14.24 | 1970 | 14.44 | 5287 | 16.47 | 5290 | 16.46 |
| 71.0 | 1933 | 14.72 | 1908 | 14.92 | 5172 | 16.85 | 5171 | 16.85 |

***** VÃO = 500.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 138.00 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| -3.0 | 2435 | 18.25 | 2408 | 18.46 | 6322 | 21.55 | 6370 | 21.38 |
| 14.0 | 2325 | 19.14 | 2300 | 19.35 | 6136 | 22.23 | 6172 | 22.09 |
| 19.0 | 2295 | 19.40 | 2271 | 19.61 | 6084 | 22.43 | 6117 | 22.30 |
| 60.0 | 2086 | 21.41 | 2066 | 21.62 | 5695 | 24.02 | 5709 | 23.96 |
| 71.0 | 2038 | 21.93 | 2020 | 22.13 | 5602 | 24.44 | 5612 | 24.40 |

***** VÃO = 600.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 138.00 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| -3.0 | 2397 | 26.88 | 2378 | 27.09 | 6500 | 30.38 | 6544 | 30.16 |
| 14.0 | 2321 | 27.78 | 2304 | 28.00 | 6355 | 31.11 | 6390 | 30.93 |
| 19.0 | 2300 | 28.05 | 2283 | 28.26 | 6314 | 31.32 | 6347 | 31.15 |
| 60.0 | 2148 | 30.13 | 2133 | 30.34 | 6002 | 33.04 | 6020 | 32.94 |
| 71.0 | 2112 | 30.67 | 2098 | 30.88 | 5925 | 33.50 | 5941 | 33.40 |

***** VÃO = 700.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 138.00 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| -3.0 | 2380 | 37.10 | 2367 | 37.33 | 6643 | 40.76 | 6683 | 40.51 |
| 14.0 | 2326 | 38.02 | 2313 | 38.24 | 6528 | 41.53 | 6561 | 41.31 |
| 19.0 | 2310 | 38.29 | 2298 | 38.51 | 6495 | 41.76 | 6527 | 41.54 |
| 60.0 | 2195 | 40.42 | 2184 | 40.64 | 6242 | 43.58 | 6262 | 43.42 |
| 71.0 | 2167 | 40.98 | 2156 | 41.20 | 6178 | 44.06 | 6197 | 43.92 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 23 de 147 |

LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CS

CABO **CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios**
TRAÇÃO DE PARTIDA **2.243,57 kgf, a 19 °C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **138,0 kgf/m²**

***** VÃO = 800.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 138.00 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| -3.0 | 2377 | 48.94 | 2367 | 49.16 | 6767 | 52.72 | 6801 | 52.43 |
| 14.0 | 2336 | 49.87 | 2326 | 50.09 | 6673 | 53.52 | 6703 | 53.26 |
| 19.0 | 2324 | 50.14 | 2314 | 50.36 | 6647 | 53.76 | 6675 | 53.50 |
| 60.0 | 2235 | 52.31 | 2226 | 52.53 | 6438 | 55.66 | 6459 | 55.46 |
| 71.0 | 2212 | 52.87 | 2204 | 53.10 | 6386 | 56.16 | 6405 | 55.98 |

***** VÃO = 900.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 138.00 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| -3.0 | 2382 | 62.40 | 2374 | 62.62 | 6878 | 66.28 | 6908 | 65.96 |
| 14.0 | 2350 | 63.33 | 2342 | 63.55 | 6802 | 67.10 | 6829 | 66.81 |
| 19.0 | 2341 | 63.60 | 2333 | 63.83 | 6780 | 67.34 | 6806 | 67.06 |
| 60.0 | 2270 | 65.80 | 2263 | 66.02 | 6607 | 69.31 | 6627 | 69.07 |
| 71.0 | 2252 | 66.38 | 2245 | 66.60 | 6563 | 69.83 | 6581 | 69.61 |

| | |
|---|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 Folha 24 de 147 |

LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CS

| | |
|---------------------------------------|--|
| CABO | CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios |
| TRAÇÃO DE PARTIDA | 2.243,57 kgf, a 19 °C, sem vento, final |
| PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) | 106,9 kgf/m² |

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

CAL_1120 1010 61 fios
 PESO UNITÁRIO = 1.405 kgf/m DIÂMETRO = 29.34 mm ÁREA DA SEÇÃO = 509.16 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 2.3E-05 FINAL = 2.3E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
 A0 = -0.0217 A1 = 1.46E-05 A2 = -3.01E-10 A3 = 1.21E-14
 CREEP Y = B.X B = 88800 FINAL Y = C.X + C1 C = 88800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 2243.57 TEMPERATURA DE PARTIDA = 19.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 3.4368 PRESSAO DE VENTO = 106.90 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 19.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 106.90 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|------|------|------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| -3.0 | 2700 | 5.87 | 2624 | 6.05 | 4977 | 7.82 | 4968 | 7.83 |
| 14.0 | 2390 | 6.64 | 2327 | 6.83 | 4647 | 8.38 | 4625 | 8.42 |
| 19.0 | 2313 | 6.87 | 2253 | 7.05 | 4558 | 8.55 | 4534 | 8.59 |
| 60.0 | 1855 | 8.58 | 1816 | 8.77 | 3951 | 9.89 | 3921 | 9.96 |
| 71.0 | 1768 | 9.01 | 1733 | 9.20 | 3819 | 10.24 | 3790 | 10.31 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 25 de 147 |

LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CS

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

106,9 kgf/m²

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 106.90 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| -3.0 | 2518 | 11.24 | 2475 | 11.44 | 5159 | 13.46 | 5158 | 13.47 |
| 14.0 | 2343 | 12.09 | 2305 | 12.30 | 4922 | 14.13 | 4914 | 14.15 |
| 19.0 | 2298 | 12.34 | 2261 | 12.54 | 4858 | 14.32 | 4848 | 14.35 |
| 60.0 | 1997 | 14.24 | 1970 | 14.44 | 4395 | 15.87 | 4378 | 15.93 |
| 71.0 | 1933 | 14.72 | 1908 | 14.92 | 4289 | 16.27 | 4272 | 16.34 |

***** VÃO = 500.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 106.90 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| -3.0 | 2435 | 18.25 | 2408 | 18.46 | 5286 | 20.64 | 5289 | 20.63 |
| 14.0 | 2325 | 19.14 | 2300 | 19.35 | 5111 | 21.37 | 5109 | 21.38 |
| 19.0 | 2295 | 19.40 | 2271 | 19.61 | 5063 | 21.58 | 5060 | 21.60 |
| 60.0 | 2086 | 21.41 | 2066 | 21.62 | 4705 | 23.29 | 4696 | 23.34 |
| 71.0 | 2038 | 21.93 | 2020 | 22.13 | 4620 | 23.73 | 4610 | 23.79 |

***** VÃO = 600.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 106.90 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| -3.0 | 2397 | 26.88 | 2378 | 27.09 | 5384 | 29.37 | 5388 | 29.35 |
| 14.0 | 2321 | 27.78 | 2304 | 28.00 | 5251 | 30.15 | 5252 | 30.14 |
| 19.0 | 2300 | 28.05 | 2283 | 28.26 | 5213 | 30.37 | 5213 | 30.37 |
| 60.0 | 2148 | 30.13 | 2133 | 30.34 | 4932 | 32.20 | 4928 | 32.23 |
| 71.0 | 2112 | 30.67 | 2098 | 30.88 | 4864 | 32.68 | 4859 | 32.71 |

***** VÃO = 700.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 106.90 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| -3.0 | 2380 | 37.10 | 2367 | 37.33 | 5465 | 39.67 | 5469 | 39.64 |
| 14.0 | 2326 | 38.02 | 2313 | 38.24 | 5362 | 40.49 | 5364 | 40.47 |
| 19.0 | 2310 | 38.29 | 2298 | 38.51 | 5332 | 40.72 | 5334 | 40.71 |
| 60.0 | 2195 | 40.42 | 2184 | 40.64 | 5108 | 42.64 | 5106 | 42.65 |
| 71.0 | 2167 | 40.98 | 2156 | 41.20 | 5052 | 43.14 | 5050 | 43.16 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 26 de 147 |

LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CS

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

106,9 kgf/m²

***** VÃO = 800.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 106.90 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| -3.0 | 2377 | 48.94 | 2367 | 49.16 | 5538 | 51.57 | 5542 | 51.53 |
| 14.0 | 2336 | 49.87 | 2326 | 50.09 | 5456 | 52.41 | 5459 | 52.38 |
| 19.0 | 2324 | 50.14 | 2314 | 50.36 | 5433 | 52.65 | 5435 | 52.63 |
| 60.0 | 2235 | 52.31 | 2226 | 52.53 | 5251 | 54.64 | 5251 | 54.64 |
| 71.0 | 2212 | 52.87 | 2204 | 53.10 | 5205 | 55.16 | 5205 | 55.17 |

***** VÃO = 900.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 106.90 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| -3.0 | 2382 | 62.40 | 2374 | 62.62 | 5608 | 65.07 | 5612 | 65.02 |
| 14.0 | 2350 | 63.33 | 2342 | 63.55 | 5542 | 65.93 | 5544 | 65.90 |
| 19.0 | 2341 | 63.60 | 2333 | 63.83 | 5523 | 66.18 | 5525 | 66.15 |
| 60.0 | 2270 | 65.80 | 2263 | 66.02 | 5374 | 68.22 | 5374 | 68.21 |
| 71.0 | 2252 | 66.38 | 2245 | 66.60 | 5336 | 68.76 | 5336 | 68.76 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 27 de 147 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CS

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

144,7 kgf/m²

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

ACSR Dotterel 176.9 12/7
 PESO UNITÁRIO = 0.657 kgf/m DIÂMETRO = 15.42 mm ÁREA DA SEÇÃO = 141.93 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 1.48E-05 FINAL = 1.53E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y² + A3.Y³
 A0 = 0.00217 A1 = 7.05E-06 A2 = -3.21E-11 A3 = 1.14E-15
 CREEP Y = B.X B = 119600 FINAL Y = C.X + C1 C = 149800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 1165.70 TEMPERATURA DE PARTIDA = 19.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 2.3260 PRESSAO DE VENTO = 144.70 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 19.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 144.70 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| -3.0 | 1381 | 5.37 | 1310 | 5.66 | 3108 | 8.48 | 3100 | 8.50 |
| 14.0 | 1262 | 5.88 | 1199 | 6.19 | 2999 | 8.80 | 2980 | 8.85 |
| 19.0 | 1231 | 6.03 | 1170 | 6.34 | 2968 | 8.89 | 2946 | 8.96 |
| 38.0 | 1126 | 6.59 | 1073 | 6.92 | 2856 | 9.24 | 2826 | 9.34 |

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 144.70 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| -3.0 | 1300 | 10.17 | 1258 | 10.51 | 3359 | 14.01 | 3370 | 13.96 |
| 14.0 | 1230 | 10.76 | 1191 | 11.11 | 3274 | 14.38 | 3275 | 14.38 |
| 19.0 | 1211 | 10.93 | 1173 | 11.28 | 3249 | 14.49 | 3248 | 14.50 |
| 38.0 | 1145 | 11.56 | 1111 | 11.93 | 3160 | 14.91 | 3150 | 14.96 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 28 de 147 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CS

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

144,7 kgf/m²

***** VÃO = 500.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 144.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1260 | 16.46 | 1233 | 16.83 | 3547 | 20.83 | 3567 | 20.70 |
| 14.0 | 1215 | 17.08 | 1189 | 17.46 | 3478 | 21.25 | 3490 | 21.17 |
| 19.0 | 1203 | 17.26 | 1177 | 17.64 | 3459 | 21.37 | 3469 | 21.31 |
| 38.0 | 1159 | 17.93 | 1134 | 18.33 | 3386 | 21.85 | 3389 | 21.83 |

***** VÃO = 600.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 144.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1240 | 24.21 | 1222 | 24.58 | 3691 | 28.97 | 3716 | 28.78 |
| 14.0 | 1209 | 24.85 | 1191 | 25.23 | 3636 | 29.44 | 3653 | 29.29 |
| 19.0 | 1200 | 25.03 | 1182 | 25.42 | 3620 | 29.57 | 3636 | 29.44 |
| 38.0 | 1169 | 25.73 | 1151 | 26.13 | 3560 | 30.09 | 3570 | 30.00 |

***** VÃO = 700.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 144.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1231 | 33.39 | 1217 | 33.77 | 3807 | 38.47 | 3832 | 38.21 |
| 14.0 | 1208 | 34.04 | 1195 | 34.44 | 3761 | 38.97 | 3781 | 38.75 |
| 19.0 | 1202 | 34.23 | 1188 | 34.63 | 3748 | 39.12 | 3767 | 38.91 |
| 38.0 | 1178 | 34.94 | 1165 | 35.36 | 3699 | 39.67 | 3713 | 39.51 |

***** VÃO = 800.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 144.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1228 | 44.02 | 1218 | 44.41 | 3904 | 49.36 | 3928 | 49.03 |
| 14.0 | 1211 | 44.68 | 1200 | 45.08 | 3866 | 49.88 | 3886 | 49.60 |
| 19.0 | 1206 | 44.87 | 1195 | 45.28 | 3855 | 50.03 | 3874 | 49.77 |
| 38.0 | 1188 | 45.59 | 1177 | 46.02 | 3813 | 50.62 | 3829 | 50.40 |

***** VÃO = 900.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 144.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1229 | 56.10 | 1221 | 56.49 | 3988 | 61.64 | 4010 | 61.26 |
| 14.0 | 1215 | 56.76 | 1207 | 57.17 | 3955 | 62.19 | 3975 | 61.85 |
| 19.0 | 1212 | 56.96 | 1203 | 57.37 | 3946 | 62.35 | 3965 | 62.03 |
| 38.0 | 1197 | 57.69 | 1189 | 58.12 | 3911 | 62.96 | 3927 | 62.68 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 29 de 147 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CS

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

112,1 kgf/m²

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

ACSR Dotterel 176.9 12/7

PESO UNITÁRIO = 0.657 kgf/m DIÂMETRO = 15.42 mm ÁREA DA SEÇÃO = 141.93 mm²

COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 1.48E-05 FINAL = 1.53E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:

INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3

A0 = 0.00217 A1 = 7.05E-06 A2 = -3.21E-11 A3 = 1.14E-15

CREEP Y = B.X B = 119600 FINAL Y = C.X + C1 C = 149800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 1165.70 TEMPERATURA DE PARTIDA = 19.00 °C

PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 1.8492 PRESSAO DE VENTO = 112.10 kgf/m²

TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 19.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL

FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL

TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL

FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 112.10 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1381 | 5.37 | 1310 | 5.66 | 2690 | 7.78 | 2653 | 7.89 |
| 14.0 | 1262 | 5.88 | 1199 | 6.19 | 2576 | 8.13 | 2534 | 8.27 |
| 19.0 | 1231 | 6.03 | 1170 | 6.34 | 2545 | 8.23 | 2501 | 8.38 |
| 38.0 | 1126 | 6.59 | 1073 | 6.92 | 2431 | 8.62 | 2384 | 8.80 |

***** VÃO = 400.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 112.10 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1300 | 10.17 | 1258 | 10.51 | 2856 | 13.08 | 2836 | 13.17 |
| 14.0 | 1230 | 10.76 | 1191 | 11.11 | 2770 | 13.49 | 2744 | 13.62 |
| 19.0 | 1211 | 10.93 | 1173 | 11.28 | 2746 | 13.62 | 2719 | 13.75 |
| 38.0 | 1145 | 11.56 | 1111 | 11.93 | 2658 | 14.08 | 2627 | 14.24 |

**LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1**

LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B

ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 30 de 147

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CS

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

112,1 kgf/m²

***** VÃO = 500.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 112.10 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1260 | 16.46 | 1233 | 16.83 | 2976 | 19.70 | 2965 | 19.78 |
| 14.0 | 1215 | 17.08 | 1189 | 17.46 | 2909 | 20.17 | 2894 | 20.28 |
| 19.0 | 1203 | 17.26 | 1177 | 17.64 | 2890 | 20.30 | 2874 | 20.42 |
| 38.0 | 1159 | 17.93 | 1134 | 18.33 | 2821 | 20.82 | 2801 | 20.97 |

***** VÃO = 600.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 112.10 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1240 | 24.21 | 1222 | 24.58 | 3066 | 27.68 | 3060 | 27.74 |
| 14.0 | 1209 | 24.85 | 1191 | 25.23 | 3013 | 28.18 | 3004 | 28.28 |
| 19.0 | 1200 | 25.03 | 1182 | 25.42 | 2998 | 28.33 | 2988 | 28.43 |
| 38.0 | 1169 | 25.73 | 1151 | 26.13 | 2943 | 28.89 | 2929 | 29.03 |

***** VÃO = 700.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 112.10 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1231 | 33.39 | 1217 | 33.77 | 3138 | 37.04 | 3135 | 37.08 |
| 14.0 | 1208 | 34.04 | 1195 | 34.44 | 3095 | 37.57 | 3090 | 37.65 |
| 19.0 | 1202 | 34.23 | 1188 | 34.63 | 3083 | 37.73 | 3077 | 37.82 |
| 38.0 | 1178 | 34.94 | 1165 | 35.36 | 3038 | 38.33 | 3029 | 38.44 |

***** VÃO = 800.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 112.10 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1228 | 44.02 | 1218 | 44.41 | 3198 | 47.80 | 3196 | 47.83 |
| 14.0 | 1211 | 44.68 | 1200 | 45.08 | 3163 | 48.36 | 3160 | 48.42 |
| 19.0 | 1206 | 44.87 | 1195 | 45.28 | 3153 | 48.53 | 3149 | 48.59 |
| 38.0 | 1188 | 45.59 | 1177 | 46.02 | 3116 | 49.15 | 3110 | 49.25 |

***** VÃO = 900.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 112.10 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1229 | 56.10 | 1221 | 56.49 | 3250 | 59.99 | 3250 | 60.00 |
| 14.0 | 1215 | 56.76 | 1207 | 57.17 | 3222 | 60.57 | 3220 | 60.61 |
| 19.0 | 1212 | 56.96 | 1203 | 57.37 | 3213 | 60.74 | 3211 | 60.79 |
| 38.0 | 1197 | 57.69 | 1189 | 58.12 | 3182 | 61.38 | 3178 | 61.47 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 31 de 147 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CS

CABO **3/8" EAR**
TRAÇÃO DE PARTIDA **722,25 kgf, a 19 °C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **144,7 kgf/m²**

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

ACO Para-raios 3/8 7 fios
 PESO UNITÁRIO = 0.407 kgf/m DIÂMETRO = 9.144 mm ÁREA DA SEÇÃO = 51.08 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 1.15E-05 FINAL = 1.15E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y² + A3.Y³
 A0 = -0.000957 A1 = 3.92E-06 A2 = -5.5E-12 A3 = 7.96E-17
 CREEP Y = B.X B = 249000 FINAL Y = C.X + C1 C = 258800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 722.25 TEMPERATURA DE PARTIDA = 19.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 1.3843 PRESSAO DE VENTO = 144.70 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 19.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 144.70 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| -3.0 | 801 | 5.74 | 788 | 5.83 | 1860 | 8.43 | 1846 | 8.50 |
| 14.0 | 749 | 6.14 | 738 | 6.23 | 1804 | 8.70 | 1791 | 8.77 |
| 19.0 | 735 | 6.25 | 725 | 6.34 | 1789 | 8.78 | 1775 | 8.84 |
| 38.0 | 687 | 6.69 | 679 | 6.78 | 1732 | 9.07 | 1718 | 9.14 |

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 144.70 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| -3.0 | 773 | 10.60 | 766 | 10.70 | 2018 | 13.88 | 2008 | 13.94 |
| 14.0 | 742 | 11.05 | 735 | 11.15 | 1974 | 14.19 | 1964 | 14.26 |
| 19.0 | 733 | 11.18 | 727 | 11.28 | 1962 | 14.28 | 1952 | 14.35 |
| 38.0 | 703 | 11.67 | 697 | 11.77 | 1916 | 14.63 | 1907 | 14.70 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 32 de 147 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CS

CABO

3/8" EAR

TRAÇÃO DE PARTIDA

722,25 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

144,7 kgf/m²

***** VÃO = 500.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 144.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|-------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| -3.0 | 760 | 16.92 | 755 | 17.03 | 2132 | 20.61 | 2126 | 20.68 |
| 14.0 | 740 | 17.39 | 735 | 17.50 | 2097 | 20.96 | 2091 | 21.03 |
| 19.0 | 734 | 17.53 | 729 | 17.64 | 2088 | 21.07 | 2081 | 21.14 |
| 38.0 | 713 | 18.05 | 709 | 18.16 | 2051 | 21.46 | 2044 | 21.53 |

***** VÃO = 600.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 144.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|-------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| -3.0 | 754 | 24.67 | 751 | 24.79 | 2219 | 28.68 | 2214 | 28.73 |
| 14.0 | 740 | 25.16 | 737 | 25.28 | 2191 | 29.06 | 2186 | 29.12 |
| 19.0 | 736 | 25.31 | 733 | 25.42 | 2183 | 29.17 | 2178 | 29.24 |
| 38.0 | 721 | 25.85 | 718 | 25.95 | 2153 | 29.60 | 2148 | 29.67 |

***** VÃO = 700.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 144.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|-------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| -3.0 | 752 | 33.87 | 750 | 33.98 | 2287 | 38.10 | 2284 | 38.16 |
| 14.0 | 742 | 34.37 | 739 | 34.48 | 2264 | 38.51 | 2261 | 38.57 |
| 19.0 | 739 | 34.51 | 736 | 34.63 | 2257 | 38.63 | 2254 | 38.69 |
| 38.0 | 728 | 35.06 | 725 | 35.18 | 2232 | 39.08 | 2229 | 39.15 |

***** VÃO = 800.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 144.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|-------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| -3.0 | 753 | 44.50 | 751 | 44.62 | 2343 | 48.92 | 2341 | 48.97 |
| 14.0 | 745 | 45.01 | 743 | 45.12 | 2324 | 49.35 | 2321 | 49.40 |
| 19.0 | 742 | 45.16 | 741 | 45.27 | 2318 | 49.48 | 2316 | 49.53 |
| 38.0 | 734 | 45.72 | 732 | 45.83 | 2298 | 49.95 | 2295 | 50.01 |

***** VÃO = 900.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 144.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|-------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| -3.0 | 755 | 56.58 | 754 | 56.70 | 2391 | 61.15 | 2389 | 61.19 |
| 14.0 | 749 | 57.10 | 747 | 57.21 | 2375 | 61.60 | 2373 | 61.64 |
| 19.0 | 747 | 57.25 | 746 | 57.36 | 2370 | 61.73 | 2369 | 61.77 |
| 38.0 | 740 | 57.81 | 739 | 57.93 | 2353 | 62.22 | 2351 | 62.27 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 33 de 147 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CS

CABO**OPGW1****TRAÇÃO DE PARTIDA****1.241,84 kgf, a 19 °C, sem vento, final****PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)****144,7 kgf/m²**

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

PROJETO: LT 525 KV AREIA - JOINVILLE SUL CS

CABO PARA-RAIOS: OPGW144

TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES

CABO: OPGW44 1 POR FASE
diâmetro = 14.40 mm coef. dilat.i = 0.00001400 °C-1
área secção = 120.00 mm² coef. dilat.f = 0.00001400 °C-1
peso linear = 0.7000 kg/m mód. elast. i = 13100. kgf/mm²
carga rupt. = 11310. kgf mód. elast. f = 13100. kgf/mm²

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

| | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| CONDICÃO 1 : | CONDICÃO 2 : |
| Temperatura = 14.0 °C | Temperatura = 0.0 °C |
| Pressão = 144.70 kgf/m ² | Pressão = 0.00 kgf/m ² |
| Carga = 2.1981 kgf/m | Carga = 0.0000 kgf/m |

CADEIA:

Peso . . . = 0.00 kgf
Comprimento = 0.00 m
Área . . . = 0.00 m²

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

| | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| CONDICÃO 1 : | CONDICÃO 2 : |
| Temperatura = 14.0 °C | Temperatura = 0.0 °C |
| Pressão = 0.00 kgf/m ² | Pressão = 0.00 kgf/m ² |
| Carga = 0.00 kgf | Carga = 0.00 kgf |

TEMPERATURA E D S = 19.0 °C

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES
-----CABO: OPGW44 1 POR FASE

PARTIDA: 1241.8 kgf = 10.98 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
19.0 °C - ESTADO FINAL, SEM VENTO

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CS

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

144,7 kgf/m²

VÃO = 300.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | -3. | 0.00 | 5.12 | 5.12 | 1537.5 | 1539.3 | 1541.1 |
| | 14. | 0.00 | 5.61 | 5.61 | 1404.8 | 1406.8 | 1408.7 |
| | 19. | 0.00 | 5.75 | 5.75 | 1370.1 | 1372.1 | 1374.1 |
| | 38. | 0.00 | 6.29 | 6.29 | 1252.9 | 1255.1 | 1257.3 |
| PV = 144.70 (0.00) | | | | | | | |
| | 14. | 0.00 | 8.16 | 8.16 | 3034.5 | 3043.4 | 3052.3 |
| FINAIS | -3. | 0.00 | 5.69 | 5.69 | 1383.8 | 1385.8 | 1387.8 |
| | 14. | 0.00 | 6.18 | 6.18 | 1275.7 | 1277.9 | 1280.1 |
| | 19. | 0.00 | 6.32 | 6.32 | 1247.4 | 1249.6 | 1251.8 |
| | 38. | 0.00 | 6.84 | 6.84 | 1151.4 | 1153.8 | 1156.2 |
| PV = 144.70 (0.00) | | | | | | | |
| | 14. | 0.00 | 8.55 | 8.55 | 2896.2 | 2905.6 | 2914.9 |

VÃO = 400.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | -3. | 0.00 | 9.89 | 9.89 | 1416.9 | 1420.3 | 1423.8 |
| | 14. | 0.00 | 10.45 | 10.45 | 1340.8 | 1344.5 | 1348.1 |
| | 19. | 0.00 | 10.61 | 10.61 | 1320.3 | 1324.0 | 1327.7 |
| | 38. | 0.00 | 11.22 | 11.22 | 1248.8 | 1252.7 | 1256.6 |
| PV = 144.70 (0.00) | | | | | | | |
| | 14. | 0.00 | 13.52 | 13.52 | 3257.0 | 3271.8 | 3286.5 |
| FINAIS | -3. | 0.00 | 10.55 | 10.55 | 1328.4 | 1332.1 | 1335.8 |
| | 14. | 0.00 | 11.10 | 11.10 | 1263.1 | 1266.9 | 1270.8 |
| | 19. | 0.00 | 11.25 | 11.25 | 1245.3 | 1249.2 | 1253.2 |
| | 38. | 0.00 | 11.85 | 11.85 | 1183.3 | 1187.4 | 1191.5 |
| PV = 144.70 (0.00) | | | | | | | |
| | 14. | 0.00 | 13.98 | 13.98 | 3149.2 | 3164.5 | 3179.8 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CS

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

144,7 kgf/m²

VÃO = 500.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | -3. | 0.00 | 16.16 | 16.16 | 1355.2 | 1360.8 | 1366.5 |
| | 14. | 0.00 | 16.76 | 16.76 | 1307.2 | 1313.1 | 1318.9 |
| | 19. | 0.00 | 16.93 | 16.93 | 1294.0 | 1299.8 | 1305.7 |
| | 38. | 0.00 | 17.58 | 17.58 | 1246.6 | 1252.7 | 1258.8 |
| PV = 144.70 (0.00) | 14. | 0.00 | 20.18 | 20.18 | 3410.8 | 3432.8 | 3454.8 |
| | FINAIS | | | | | | |
| | -3. | 0.00 | 16.86 | 16.86 | 1299.2 | 1305.1 | 1311.0 |
| | 14. | 0.00 | 17.44 | 17.44 | 1256.2 | 1262.2 | 1268.3 |
| | 19. | 0.00 | 17.61 | 17.61 | 1244.2 | 1250.3 | 1256.5 |
| | 38. | 0.00 | 18.24 | 18.24 | 1201.4 | 1207.8 | 1214.1 |
| PV = 144.70 (0.00) | 14. | 0.00 | 20.70 | 20.71 | 3325.1 | 3347.7 | 3370.2 |

VÃO = 600.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | -3. | 0.00 | 23.90 | 23.90 | 1320.8 | 1329.1 | 1337.4 |
| | 14. | 0.00 | 24.51 | 24.51 | 1288.0 | 1296.5 | 1305.0 |
| | 19. | 0.00 | 24.69 | 24.69 | 1278.7 | 1287.3 | 1295.9 |
| | 38. | 0.00 | 25.36 | 25.36 | 1245.2 | 1254.0 | 1262.8 |
| PV = 144.70 (0.00) | 14. | 0.00 | 28.19 | 28.19 | 3519.2 | 3549.8 | 3580.5 |
| | FINAIS | | | | | | |
| | -3. | 0.00 | 24.62 | 24.62 | 1282.4 | 1291.0 | 1299.5 |
| | 14. | 0.00 | 25.22 | 25.22 | 1252.1 | 1260.8 | 1269.6 |
| | 19. | 0.00 | 25.39 | 25.39 | 1243.5 | 1252.3 | 1261.1 |
| | 38. | 0.00 | 26.04 | 26.04 | 1212.5 | 1221.5 | 1230.5 |
| PV = 144.70 (0.00) | 14. | 0.00 | 28.76 | 28.76 | 3450.1 | 3481.4 | 3512.6 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 36 de 147 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CS

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

144,7 kgf/m²

VÃO = 700.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | -3. | 0.00 | 33.08 | 33.08 | 1299.9 | 1311.3 | 1322.8 |
| | 14. | 0.00 | 33.70 | 33.70 | 1276.0 | 1287.7 | 1299.4 |
| | 19. | 0.00 | 33.88 | 33.88 | 1269.3 | 1281.0 | 1292.7 |
| | 38. | 0.00 | 34.57 | 34.57 | 1244.4 | 1256.3 | 1268.3 |
| PV = 144.70 (0.00) | 14. | 0.00 | 37.57 | 37.57 | 3597.2 | 3637.9 | 3678.6 |
| | FINAIS | | | | | | |
| | -3. | 0.00 | 33.81 | 33.81 | 1272.0 | 1283.7 | 1295.4 |
| | 14. | 0.00 | 34.42 | 34.42 | 1249.5 | 1261.4 | 1273.3 |
| | 19. | 0.00 | 34.60 | 34.60 | 1243.1 | 1255.1 | 1267.0 |
| | 38. | 0.00 | 35.27 | 35.27 | 1219.6 | 1231.8 | 1244.0 |
| PV = 144.70 (0.00) | 14. | 0.00 | 38.17 | 38.17 | 3540.8 | 3582.1 | 3623.4 |

VÃO = 800.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | -3. | 0.00 | 43.71 | 43.71 | 1286.3 | 1301.4 | 1316.4 |
| | 14. | 0.00 | 44.34 | 44.34 | 1268.2 | 1283.5 | 1298.7 |
| | 19. | 0.00 | 44.52 | 44.52 | 1263.0 | 1278.3 | 1293.7 |
| | 38. | 0.00 | 45.21 | 45.21 | 1243.8 | 1259.4 | 1274.9 |
| PV = 144.70 (0.00) | 14. | 0.00 | 48.35 | 48.35 | 3654.6 | 3706.7 | 3758.9 |
| | FINAIS | | | | | | |
| | -3. | 0.00 | 44.45 | 44.45 | 1265.1 | 1280.4 | 1295.7 |
| | 14. | 0.00 | 45.07 | 45.07 | 1247.8 | 1263.3 | 1278.8 |
| | 19. | 0.00 | 45.25 | 45.25 | 1242.8 | 1258.4 | 1274.0 |
| | 38. | 0.00 | 45.93 | 45.93 | 1224.5 | 1240.3 | 1256.1 |
| PV = 144.70 (0.00) | 14. | 0.00 | 48.98 | 48.98 | 3607.9 | 3660.7 | 3713.5 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CS

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

144,7 kgf/m²

VÃO = 900.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|----------------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | -3. | 0.00 | 55.78 | 55.78 | 1277.0 | 1296.1 | 1315.3 |
| | 14. | 0.00 | 56.42 | 56.42 | 1262.8 | 1282.1 | 1301.4 |
| | 19. | 0.00 | 56.60 | 56.60 | 1258.7 | 1278.1 | 1297.5 |
| | 38. | 0.00 | 57.31 | 57.31 | 1243.4 | 1263.1 | 1282.7 |
| PV = 144.70 (0.00) | | | | | | | |
| | 14. | 0.00 | 60.55 | 60.55 | 3697.8 | 3762.8 | 3827.8 |
| FINAIS | -3. | 0.00 | 56.53 | 56.53 | 1260.3 | 1279.7 | 1299.1 |
| | 14. | 0.00 | 57.16 | 57.16 | 1246.6 | 1266.2 | 1285.8 |
| | 19. | 0.00 | 57.34 | 57.34 | 1242.6 | 1262.3 | 1281.9 |
| | 38. | 0.00 | 58.04 | 58.04 | 1227.9 | 1247.8 | 1267.7 |
| | PV = 144.70 (0.00) | | | | | | |
| | 14. | 0.00 | 61.20 | 61.20 | 3658.7 | 3724.4 | 3790.0 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 38 de 147 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CS

CABO

OPGW2

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.210,21 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

144,7 kgf/m²

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

OPGW134 fios

PESO UNITÁRIO = 0.682 kgf/m DIÂMETRO = 13.4 mm ÁREA DA SEÇÃO = 103 mm²

COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 1.32E-05 FINAL = 1.32E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:

INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3

A0 = 0 A1 = 5.71E-06 A2 = 0 A3 = 0

CREEP Y = B.X B = 172900 FINAL Y = C.X + C1 C = 194600

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 1210.21 TEMPERATURA DE PARTIDA = 19.00 °C

PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 2.0554 PRESSAO DE VENTO = 144.70 kgf/m²

TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 19.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL

FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL

TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL

FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 144.70 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| -3.0 | 1335 | 5.77 | 1334 | 5.77 | 2763 | 8.43 | 2812 | 8.28 |
| 14.0 | 1244 | 6.19 | 1240 | 6.21 | 2670 | 8.73 | 2713 | 8.59 |
| 19.0 | 1219 | 6.32 | 1215 | 6.34 | 2644 | 8.82 | 2685 | 8.68 |
| 38.0 | 1135 | 6.79 | 1129 | 6.83 | 2550 | 9.15 | 2585 | 9.02 |

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 144.70 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| -3.0 | 1293 | 10.62 | 1292 | 10.63 | 2994 | 13.88 | 3039 | 13.68 |
| 14.0 | 1236 | 11.11 | 1234 | 11.14 | 2921 | 14.24 | 2961 | 14.04 |
| 19.0 | 1221 | 11.26 | 1218 | 11.28 | 2900 | 14.34 | 2939 | 14.15 |
| 38.0 | 1166 | 11.80 | 1162 | 11.83 | 2824 | 14.74 | 2859 | 14.56 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 39 de 147 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CS

CABO

OPGW2

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.210,21 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

144,7 kgf/m²

***** VÃO = 500.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 144.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1273 | 16.92 | 1271 | 16.94 | 3164 | 20.63 | 3202 | 20.37 |
| 14.0 | 1235 | 17.46 | 1233 | 17.48 | 3105 | 21.03 | 3141 | 20.78 |
| 19.0 | 1224 | 17.61 | 1222 | 17.64 | 3088 | 21.15 | 3123 | 20.90 |
| 38.0 | 1186 | 18.19 | 1184 | 18.23 | 3027 | 21.59 | 3058 | 21.36 |

***** VÃO = 600.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 144.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1263 | 24.68 | 1262 | 24.70 | 3292 | 28.70 | 3325 | 28.40 |
| 14.0 | 1237 | 25.23 | 1235 | 25.26 | 3245 | 29.13 | 3275 | 28.85 |
| 19.0 | 1229 | 25.39 | 1228 | 25.42 | 3231 | 29.26 | 3261 | 28.98 |
| 38.0 | 1201 | 25.99 | 1200 | 26.03 | 3180 | 29.75 | 3209 | 29.47 |

***** VÃO = 700.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 144.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1260 | 33.87 | 1259 | 33.89 | 3393 | 38.13 | 3421 | 37.80 |
| 14.0 | 1241 | 34.43 | 1240 | 34.46 | 3354 | 38.59 | 3381 | 38.27 |
| 19.0 | 1235 | 34.60 | 1234 | 34.63 | 3343 | 38.73 | 3369 | 38.41 |
| 38.0 | 1214 | 35.22 | 1213 | 35.25 | 3302 | 39.25 | 3326 | 38.94 |

***** VÃO = 800.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 144.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1261 | 44.50 | 1261 | 44.53 | 3477 | 48.95 | 3501 | 48.59 |
| 14.0 | 1246 | 45.07 | 1245 | 45.11 | 3445 | 49.44 | 3467 | 49.09 |
| 19.0 | 1242 | 45.24 | 1241 | 45.27 | 3435 | 49.58 | 3458 | 49.24 |
| 38.0 | 1226 | 45.88 | 1225 | 45.91 | 3400 | 50.13 | 3422 | 49.79 |

***** VÃO = 900.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 144.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1265 | 56.58 | 1265 | 56.61 | 3548 | 61.18 | 3569 | 60.80 |
| 14.0 | 1253 | 57.16 | 1253 | 57.19 | 3521 | 61.69 | 3541 | 61.32 |
| 19.0 | 1250 | 57.33 | 1249 | 57.36 | 3514 | 61.84 | 3533 | 61.47 |
| 38.0 | 1237 | 57.98 | 1236 | 58.01 | 3484 | 62.40 | 3503 | 62.04 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 40 de 147 |

ANEXO 1B – LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CD

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CD

| | |
|--|--|
| CABO | CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios |
| TRAÇÃO DE PARTIDA | 2.243,57 kgf, a 19 °C, sem vento, final |
| PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) | 141,2 kgf/m² |

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

CAL_1120 1010 61 fios
 PESO UNITÁRIO = 1.405 kgf/m DIÂMETRO = 29.34 mm ÁREA DA SEÇÃO = 509.16 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 2.3E-05 FINAL = 2.3E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
 A0 = -0.0217 A1 = 1.46E-05 A2 = -3.01E-10 A3 = 1.21E-14
 CREEP Y = B.X B = 88800 FINAL Y = C.X + C1 C = 88800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 2243.57 TEMPERATURA DE PARTIDA = 19.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 4.3746 PRESSAO DE VENTO = 141.20 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 19.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 141.20 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| -3.0 | 2700 | 5.87 | 2624 | 6.05 | 5836 | 8.50 | 5883 | 8.43 |
| 14.0 | 2390 | 6.64 | 2327 | 6.83 | 5512 | 9.00 | 5531 | 8.97 |
| 19.0 | 2313 | 6.87 | 2253 | 7.05 | 5423 | 9.15 | 5436 | 9.13 |
| 60.0 | 1855 | 8.58 | 1816 | 8.77 | 4794 | 10.38 | 4782 | 10.41 |
| 71.0 | 1768 | 9.01 | 1733 | 9.20 | 4652 | 10.70 | 4637 | 10.74 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 41 de 147 |

LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CD

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

141,2 kgf/m²

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 141.20 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| -3.0 | 2518 | 11.24 | 2475 | 11.44 | 6179 | 14.33 | 6235 | 14.20 |
| 14.0 | 2343 | 12.09 | 2305 | 12.30 | 5937 | 14.93 | 5973 | 14.84 |
| 19.0 | 2298 | 12.34 | 2261 | 12.54 | 5870 | 15.10 | 5901 | 15.02 |
| 60.0 | 1997 | 14.24 | 1970 | 14.44 | 5377 | 16.53 | 5383 | 16.51 |
| 71.0 | 1933 | 14.72 | 1908 | 14.92 | 5261 | 16.91 | 5263 | 16.90 |

***** VÃO = 500.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 141.20 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| -3.0 | 2435 | 18.25 | 2408 | 18.46 | 6425 | 21.65 | 6480 | 21.46 |
| 14.0 | 2325 | 19.14 | 2300 | 19.35 | 6239 | 22.32 | 6280 | 22.17 |
| 19.0 | 2295 | 19.40 | 2271 | 19.61 | 6187 | 22.51 | 6225 | 22.37 |
| 60.0 | 2086 | 21.41 | 2066 | 21.62 | 5796 | 24.10 | 5812 | 24.03 |
| 71.0 | 2038 | 21.93 | 2020 | 22.13 | 5701 | 24.52 | 5714 | 24.46 |

***** VÃO = 600.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 141.20 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| -3.0 | 2397 | 26.88 | 2378 | 27.09 | 6612 | 30.49 | 6662 | 30.25 |
| 14.0 | 2321 | 27.78 | 2304 | 28.00 | 6466 | 31.21 | 6507 | 31.01 |
| 19.0 | 2300 | 28.05 | 2283 | 28.26 | 6425 | 31.42 | 6463 | 31.23 |
| 60.0 | 2148 | 30.13 | 2133 | 30.34 | 6110 | 33.13 | 6132 | 33.01 |
| 71.0 | 2112 | 30.67 | 2098 | 30.88 | 6033 | 33.58 | 6052 | 33.47 |

***** VÃO = 700.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 141.20 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| -3.0 | 2380 | 37.10 | 2367 | 37.33 | 6763 | 40.88 | 6807 | 40.60 |
| 14.0 | 2326 | 38.02 | 2313 | 38.24 | 6646 | 41.64 | 6684 | 41.39 |
| 19.0 | 2310 | 38.29 | 2298 | 38.51 | 6613 | 41.87 | 6649 | 41.63 |
| 60.0 | 2195 | 40.42 | 2184 | 40.64 | 6357 | 43.68 | 6381 | 43.50 |
| 71.0 | 2167 | 40.98 | 2156 | 41.20 | 6293 | 44.16 | 6315 | 43.99 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 42 de 147 |

LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CD

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

141,2 kgf/m²

***** VÃO = 800.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 141.20 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| -3.0 | 2377 | 48.94 | 2367 | 49.16 | 6892 | 52.85 | 6931 | 52.52 |
| 14.0 | 2336 | 49.87 | 2326 | 50.09 | 6797 | 53.64 | 6832 | 53.35 |
| 19.0 | 2324 | 50.14 | 2314 | 50.36 | 6770 | 53.88 | 6803 | 53.59 |
| 60.0 | 2235 | 52.31 | 2226 | 52.53 | 6560 | 55.77 | 6584 | 55.54 |
| 71.0 | 2212 | 52.87 | 2204 | 53.10 | 6507 | 56.27 | 6529 | 56.06 |

***** VÃO = 900.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 141.20 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| -3.0 | 2382 | 62.40 | 2374 | 62.62 | 7008 | 66.41 | 7042 | 66.05 |
| 14.0 | 2350 | 63.33 | 2342 | 63.55 | 6931 | 67.23 | 6961 | 66.90 |
| 19.0 | 2341 | 63.60 | 2333 | 63.83 | 6908 | 67.47 | 6938 | 67.15 |
| 60.0 | 2270 | 65.80 | 2263 | 66.02 | 6733 | 69.43 | 6756 | 69.16 |
| 71.0 | 2252 | 66.38 | 2245 | 66.60 | 6689 | 69.95 | 6710 | 69.70 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 43 de 147 |

LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CD

| | |
|---------------------------------------|--|
| CABO | CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios |
| TRAÇÃO DE PARTIDA | 2.243,57 kgf, a 19 °C, sem vento, final |
| PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) | 109,4 kgf/m² |

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

CAL_1120 1010 61 fios
 PESO UNITÁRIO = 1.405 kgf/m DIÂMETRO = 29.34 mm ÁREA DA SEÇÃO = 509.16 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 2.3E-05 FINAL = 2.3E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
 A0 = -0.0217 A1 = 1.46E-05 A2 = -3.01E-10 A3 = 1.21E-14
 CREEP Y = B.X B = 88800 FINAL Y = C.X + C1 C = 88800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 2243.57 TEMPERATURA DE PARTIDA = 19.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 3.5038 PRESSAO DE VENTO = 109.40 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 19.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 109.40 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| -3.0 | 2700 | 5.87 | 2624 | 6.05 | 5042 | 7.87 | 5035 | 7.88 |
| 14.0 | 2390 | 6.64 | 2327 | 6.83 | 4712 | 8.43 | 4692 | 8.46 |
| 19.0 | 2313 | 6.87 | 2253 | 7.05 | 4623 | 8.59 | 4601 | 8.63 |
| 60.0 | 1855 | 8.58 | 1816 | 8.77 | 4013 | 9.92 | 3985 | 9.99 |
| 71.0 | 1768 | 9.01 | 1733 | 9.20 | 3880 | 10.27 | 3852 | 10.35 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 44 de 147 |

LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CD

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

109,4 kgf/m²

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 109.40 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| -3.0 | 2518 | 11.24 | 2475 | 11.44 | 5235 | 13.53 | 5238 | 13.52 |
| 14.0 | 2343 | 12.09 | 2305 | 12.30 | 4998 | 14.18 | 4992 | 14.20 |
| 19.0 | 2298 | 12.34 | 2261 | 12.54 | 4933 | 14.38 | 4925 | 14.40 |
| 60.0 | 1997 | 14.24 | 1970 | 14.44 | 4468 | 15.92 | 4452 | 15.97 |
| 71.0 | 1933 | 14.72 | 1908 | 14.92 | 4361 | 16.32 | 4344 | 16.38 |

***** VÃO = 500.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 109.40 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| -3.0 | 2435 | 18.25 | 2408 | 18.46 | 5371 | 20.71 | 5377 | 20.69 |
| 14.0 | 2325 | 19.14 | 2300 | 19.35 | 5195 | 21.44 | 5195 | 21.44 |
| 19.0 | 2295 | 19.40 | 2271 | 19.61 | 5146 | 21.65 | 5145 | 21.65 |
| 60.0 | 2086 | 21.41 | 2066 | 21.62 | 4785 | 23.35 | 4778 | 23.39 |
| 71.0 | 2038 | 21.93 | 2020 | 22.13 | 4700 | 23.79 | 4691 | 23.84 |

***** VÃO = 600.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 109.40 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| -3.0 | 2397 | 26.88 | 2378 | 27.09 | 5475 | 29.45 | 5481 | 29.41 |
| 14.0 | 2321 | 27.78 | 2304 | 28.00 | 5341 | 30.22 | 5343 | 30.21 |
| 19.0 | 2300 | 28.05 | 2283 | 28.26 | 5303 | 30.45 | 5305 | 30.44 |
| 60.0 | 2148 | 30.13 | 2133 | 30.34 | 5019 | 32.26 | 5015 | 32.29 |
| 71.0 | 2112 | 30.67 | 2098 | 30.88 | 4949 | 32.74 | 4945 | 32.77 |

***** VÃO = 700.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 109.40 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| -3.0 | 2380 | 37.10 | 2367 | 37.33 | 5560 | 39.76 | 5567 | 39.71 |
| 14.0 | 2326 | 38.02 | 2313 | 38.24 | 5456 | 40.57 | 5460 | 40.54 |
| 19.0 | 2310 | 38.29 | 2298 | 38.51 | 5426 | 40.80 | 5429 | 40.78 |
| 60.0 | 2195 | 40.42 | 2184 | 40.64 | 5199 | 42.71 | 5199 | 42.72 |
| 71.0 | 2167 | 40.98 | 2156 | 41.20 | 5143 | 43.21 | 5142 | 43.22 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 45 de 147 |

LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CD

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

109,4 kgf/m²

***** VÃO = 800.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 109.40 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| -3.0 | 2377 | 48.94 | 2367 | 49.16 | 5637 | 51.66 | 5643 | 51.60 |
| 14.0 | 2336 | 49.87 | 2326 | 50.09 | 5554 | 52.49 | 5558 | 52.45 |
| 19.0 | 2324 | 50.14 | 2314 | 50.36 | 5530 | 52.74 | 5534 | 52.70 |
| 60.0 | 2235 | 52.31 | 2226 | 52.53 | 5346 | 54.72 | 5347 | 54.71 |
| 71.0 | 2212 | 52.87 | 2204 | 53.10 | 5300 | 55.24 | 5300 | 55.23 |

***** VÃO = 900.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 109.40 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| -3.0 | 2382 | 62.40 | 2374 | 62.62 | 5710 | 65.16 | 5715 | 65.10 |
| 14.0 | 2350 | 63.33 | 2342 | 63.55 | 5643 | 66.02 | 5647 | 65.97 |
| 19.0 | 2341 | 63.60 | 2333 | 63.83 | 5624 | 66.27 | 5627 | 66.22 |
| 60.0 | 2270 | 65.80 | 2263 | 66.02 | 5472 | 68.31 | 5474 | 68.28 |
| 71.0 | 2252 | 66.38 | 2245 | 66.60 | 5434 | 68.84 | 5435 | 68.83 |

| | |
|---|---------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 Folha 46 de 147 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CD

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

147,8 kgf/m²

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

ACSR Dotterel 176.9 12/7
 PESO UNITÁRIO = 0.657 kgf/m DIÂMETRO = 15.42 mm ÁREA DA SEÇÃO = 141.93 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 1.48E-05 FINAL = 1.53E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
 A0 = 0.00217 A1 = 7.05E-06 A2 = -3.21E-11 A3 = 1.14E-15
 CREEP Y = B.X B = 119600 FINAL Y = C.X + C1 C = 149800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 1165.70 TEMPERATURA DE PARTIDA = 19.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 2.3719 PRESSAO DE VENTO = 147.80 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 19.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 147.80 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| -3.0 | 1381 | 5.37 | 1310 | 5.66 | 3147 | 8.54 | 3142 | 8.56 |
| 14.0 | 1262 | 5.88 | 1199 | 6.19 | 3038 | 8.86 | 3021 | 8.91 |
| 19.0 | 1231 | 6.03 | 1170 | 6.34 | 3007 | 8.95 | 2987 | 9.01 |
| 38.0 | 1126 | 6.59 | 1073 | 6.92 | 2895 | 9.30 | 2867 | 9.39 |

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 147.80 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| -3.0 | 1300 | 10.17 | 1258 | 10.51 | 3405 | 14.09 | 3420 | 14.03 |
| 14.0 | 1230 | 10.76 | 1191 | 11.11 | 3320 | 14.46 | 3324 | 14.45 |
| 19.0 | 1211 | 10.93 | 1173 | 11.28 | 3295 | 14.57 | 3297 | 14.57 |
| 38.0 | 1145 | 11.56 | 1111 | 11.93 | 3206 | 14.99 | 3199 | 15.02 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 47 de 147 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CD

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

147,8 kgf/m²

***** VÃO = 500.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 147.80 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1260 | 16.46 | 1233 | 16.83 | 3599 | 20.93 | 3623 | 20.79 |
| 14.0 | 1215 | 17.08 | 1189 | 17.46 | 3530 | 21.35 | 3546 | 21.26 |
| 19.0 | 1203 | 17.26 | 1177 | 17.64 | 3511 | 21.48 | 3524 | 21.39 |
| 38.0 | 1159 | 17.93 | 1134 | 18.33 | 3438 | 21.95 | 3444 | 21.91 |

***** VÃO = 600.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 147.80 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1240 | 24.21 | 1222 | 24.58 | 3749 | 29.09 | 3777 | 28.87 |
| 14.0 | 1209 | 24.85 | 1191 | 25.23 | 3693 | 29.56 | 3714 | 29.38 |
| 19.0 | 1200 | 25.03 | 1182 | 25.42 | 3677 | 29.69 | 3696 | 29.53 |
| 38.0 | 1169 | 25.73 | 1151 | 26.13 | 3617 | 30.20 | 3630 | 30.09 |

***** VÃO = 700.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 147.80 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1231 | 33.39 | 1217 | 33.77 | 3869 | 38.61 | 3898 | 38.31 |
| 14.0 | 1208 | 34.04 | 1195 | 34.44 | 3823 | 39.11 | 3847 | 38.85 |
| 19.0 | 1202 | 34.23 | 1188 | 34.63 | 3810 | 39.25 | 3832 | 39.01 |
| 38.0 | 1178 | 34.94 | 1165 | 35.36 | 3760 | 39.80 | 3777 | 39.61 |

***** VÃO = 800.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 147.80 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1228 | 44.02 | 1218 | 44.41 | 3970 | 49.51 | 3997 | 49.14 |
| 14.0 | 1211 | 44.68 | 1200 | 45.08 | 3931 | 50.03 | 3955 | 49.71 |
| 19.0 | 1206 | 44.87 | 1195 | 45.28 | 3920 | 50.18 | 3942 | 49.88 |
| 38.0 | 1188 | 45.59 | 1177 | 46.02 | 3878 | 50.76 | 3897 | 50.50 |

***** VÃO = 900.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 147.80 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| -3.0 | 1229 | 56.10 | 1221 | 56.49 | 4056 | 61.81 | 4082 | 61.38 |
| 14.0 | 1215 | 56.76 | 1207 | 57.17 | 4024 | 62.35 | 4047 | 61.97 |
| 19.0 | 1212 | 56.96 | 1203 | 57.37 | 4014 | 62.51 | 4036 | 62.14 |
| 38.0 | 1197 | 57.69 | 1189 | 58.12 | 3979 | 63.12 | 3998 | 62.80 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 48 de 147 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CD

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

114,4 kgf/m²

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

ACSR Dotterel 176.9 12/7
 PESO UNITÁRIO = 0.657 kgf/m DIÂMETRO = 15.42 mm ÁREA DA SEÇÃO = 141.93 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 1.48E-05 FINAL = 1.53E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
 A0 = 0.00217 A1 = 7.05E-06 A2 = -3.21E-11 A3 = 1.14E-15
 CREEP Y = B.X B = 119600 FINAL Y = C.X + C1 C = 149800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 1165.70 TEMPERATURA DE PARTIDA = 19.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 1.8824 PRESSAO DE VENTO = 114.40 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 19.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 114.40 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| -3.0 | 1381 | 5.37 | 1310 | 5.66 | 2720 | 7.83 | 2686 | 7.94 |
| 14.0 | 1262 | 5.88 | 1199 | 6.19 | 2607 | 8.18 | 2566 | 8.31 |
| 19.0 | 1231 | 6.03 | 1170 | 6.34 | 2575 | 8.28 | 2533 | 8.42 |
| 38.0 | 1126 | 6.59 | 1073 | 6.92 | 2462 | 8.67 | 2416 | 8.84 |

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 114.40 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| -3.0 | 1300 | 10.17 | 1258 | 10.51 | 2893 | 13.15 | 2874 | 13.23 |
| 14.0 | 1230 | 10.76 | 1191 | 11.11 | 2807 | 13.56 | 2783 | 13.68 |
| 19.0 | 1211 | 10.93 | 1173 | 11.28 | 2782 | 13.68 | 2757 | 13.81 |
| 38.0 | 1145 | 11.56 | 1111 | 11.93 | 2694 | 14.14 | 2665 | 14.30 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 49 de 147 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CD

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

114,4 kgf/m²

***** VÃO = 500.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 114.40 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|-------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| -3.0 | 1260 | 16.46 | 1233 | 16.83 | 3017 | 19.78 | 3008 | 19.85 |
| 14.0 | 1215 | 17.08 | 1189 | 17.46 | 2950 | 20.24 | 2936 | 20.34 |
| 19.0 | 1203 | 17.26 | 1177 | 17.64 | 2931 | 20.38 | 2916 | 20.49 |
| 38.0 | 1159 | 17.93 | 1134 | 18.33 | 2862 | 20.89 | 2843 | 21.04 |

***** VÃO = 600.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 114.40 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|-------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| -3.0 | 1240 | 24.21 | 1222 | 24.58 | 3112 | 27.77 | 3107 | 27.81 |
| 14.0 | 1209 | 24.85 | 1191 | 25.23 | 3058 | 28.27 | 3050 | 28.35 |
| 19.0 | 1200 | 25.03 | 1182 | 25.42 | 3043 | 28.42 | 3034 | 28.51 |
| 38.0 | 1169 | 25.73 | 1151 | 26.13 | 2987 | 28.97 | 2975 | 29.10 |

***** VÃO = 700.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 114.40 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|-------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| -3.0 | 1231 | 33.39 | 1217 | 33.77 | 3186 | 37.14 | 3184 | 37.16 |
| 14.0 | 1208 | 34.04 | 1195 | 34.44 | 3143 | 37.67 | 3139 | 37.73 |
| 19.0 | 1202 | 34.23 | 1188 | 34.63 | 3131 | 37.83 | 3126 | 37.89 |
| 38.0 | 1178 | 34.94 | 1165 | 35.36 | 3085 | 38.42 | 3078 | 38.52 |

***** VÃO = 800.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 114.40 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|-------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| -3.0 | 1228 | 44.02 | 1218 | 44.41 | 3248 | 47.91 | 3248 | 47.91 |
| 14.0 | 1211 | 44.68 | 1200 | 45.08 | 3213 | 48.47 | 3211 | 48.51 |
| 19.0 | 1206 | 44.87 | 1195 | 45.28 | 3203 | 48.63 | 3200 | 48.68 |
| 38.0 | 1188 | 45.59 | 1177 | 46.02 | 3166 | 49.25 | 3161 | 49.33 |

***** VÃO = 900.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 114.40 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|-------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| -3.0 | 1229 | 56.10 | 1221 | 56.49 | 3303 | 60.10 | 3304 | 60.09 |
| 14.0 | 1215 | 56.76 | 1207 | 57.17 | 3274 | 60.68 | 3273 | 60.70 |
| 19.0 | 1212 | 56.96 | 1203 | 57.37 | 3266 | 60.85 | 3264 | 60.88 |
| 38.0 | 1197 | 57.69 | 1189 | 58.12 | 3234 | 61.49 | 3231 | 61.56 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 50 de 147 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CD

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

147,8 kgf/m²

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

PROJETO: LT 525 KV AREIA - JOINVILLE SUL CD

CABO PARA-RAIOS: OPGW144

TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES

CABO: OPGW44 1 POR FASE
 diâmetro = 14.40 mm coef. dilat.i = 0.00001400 °C-1
 área secção = 120.00 mm² coef. dilat.f = 0.00001400 °C-1
 peso linear = 0.7000 kgf/m mód. elast. i = 13100. kgf/mm²
 carga rupt. = 11310. kgf mód. elast. f = 13100. kgf/mm²

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

| | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| CONDIÇÃO 1 : | CONDIÇÃO 2 : |
| Temperatura = 14.0 °C | Temperatura = 0.0 °C |
| Pressão = 147.80 kgf/m ² | Pressão = 0.00 kgf/m ² |
| Carga = 2.2405 kgf/m | Carga = 0.0000 kgf/m |

CADEIA:

Peso . . . = 0.00 kgf
 Comprimento = 0.00 m
 Área . . . = 0.00 m²

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

| | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| CONDIÇÃO 1 : | CONDIÇÃO 2 : |
| Temperatura = 14.0 °C | Temperatura = 0.0 °C |
| Pressão = 0.00 kgf/m ² | Pressão = 0.00 kgf/m ² |
| Carga = 0.00 kgf | Carga = 0.00 kgf |

TEMPERATURA E D S = 19.0 °C

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES

CABO: OPGW44 1 POR FASE

PARTIDA: 1241.8 kgf = 10.98 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
 19.0 °C - ESTADO FINAL, SEM VENTO

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 51 de 147 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CD

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

147,8 kgf/m²

VÃO = 300.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | -3. | 0.00 | 5.12 | 5.12 | 1537.5 | 1539.3 | 1541.1 |
| | 14. | 0.00 | 5.61 | 5.61 | 1404.8 | 1406.8 | 1408.7 |
| | 19. | 0.00 | 5.75 | 5.75 | 1370.1 | 1372.1 | 1374.1 |
| | 38. | 0.00 | 6.29 | 6.29 | 1252.9 | 1255.1 | 1257.3 |
| PV = 147.80 (0.00) | | | | | | | |
| | 14. | 0.00 | 8.21 | 8.21 | 3073.5 | 3082.7 | 3091.9 |
| FINAIS | -3. | 0.00 | 5.69 | 5.69 | 1383.8 | 1385.8 | 1387.7 |
| | 14. | 0.00 | 6.18 | 6.18 | 1275.8 | 1277.9 | 1280.1 |
| | 19. | 0.00 | 6.32 | 6.32 | 1247.4 | 1249.6 | 1251.8 |
| | 38. | 0.00 | 6.84 | 6.84 | 1151.4 | 1153.8 | 1156.2 |
| PV = 147.80 (0.00) | | | | | | | |
| | 14. | 0.00 | 8.60 | 8.60 | 2935.2 | 2944.8 | 2954.4 |

VÃO = 400.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | -3. | 0.00 | 9.89 | 9.89 | 1416.9 | 1420.3 | 1423.8 |
| | 14. | 0.00 | 10.45 | 10.45 | 1340.8 | 1344.5 | 1348.1 |
| | 19. | 0.00 | 10.61 | 10.61 | 1320.3 | 1324.0 | 1327.7 |
| | 38. | 0.00 | 11.22 | 11.22 | 1248.8 | 1252.7 | 1256.6 |
| PV = 147.80 (0.00) | | | | | | | |
| | 14. | 0.00 | 13.58 | 13.58 | 3303.7 | 3318.8 | 3334.0 |
| FINAIS | -3. | 0.00 | 10.55 | 10.55 | 1328.4 | 1332.1 | 1335.8 |
| | 14. | 0.00 | 11.10 | 11.10 | 1263.1 | 1266.9 | 1270.8 |
| | 19. | 0.00 | 11.25 | 11.25 | 1245.3 | 1249.2 | 1253.2 |
| | 38. | 0.00 | 11.85 | 11.85 | 1183.3 | 1187.4 | 1191.5 |
| PV = 147.80 (0.00) | | | | | | | |
| | 14. | 0.00 | 14.05 | 14.05 | 3195.4 | 3211.0 | 3226.7 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CD

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

147,8 kgf/m²

VÃO = 500.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | -3. | 0.00 | 16.16 | 16.16 | 1355.2 | 1360.8 | 1366.5 |
| | 14. | 0.00 | 16.76 | 16.76 | 1307.2 | 1313.1 | 1318.9 |
| | 19. | 0.00 | 16.93 | 16.93 | 1294.0 | 1299.8 | 1305.7 |
| | 38. | 0.00 | 17.58 | 17.58 | 1246.6 | 1252.7 | 1258.8 |
| PV = 147.80 (0.00) | | | | | | | |
| | 14. | 0.00 | 20.26 | 20.26 | 3463.2 | 3485.7 | 3508.2 |
| FINAIS | -3. | 0.00 | 16.86 | 16.86 | 1299.2 | 1305.1 | 1311.0 |
| | 14. | 0.00 | 17.44 | 17.44 | 1256.2 | 1262.2 | 1268.3 |
| | 19. | 0.00 | 17.61 | 17.61 | 1244.2 | 1250.3 | 1256.5 |
| | 38. | 0.00 | 18.24 | 18.24 | 1201.4 | 1207.7 | 1214.1 |
| PV = 147.80 (0.00) | | | | | | | |
| | 14. | 0.00 | 20.78 | 20.78 | 3377.0 | 3400.1 | 3423.2 |

VÃO = 600.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | -3. | 0.00 | 23.90 | 23.90 | 1320.8 | 1329.1 | 1337.4 |
| | 14. | 0.00 | 24.51 | 24.51 | 1288.0 | 1296.5 | 1305.0 |
| | 19. | 0.00 | 24.69 | 24.69 | 1278.7 | 1287.3 | 1295.9 |
| | 38. | 0.00 | 25.36 | 25.36 | 1245.2 | 1254.0 | 1262.8 |
| PV = 147.80 (0.00) | | | | | | | |
| | 14. | 0.00 | 28.28 | 28.28 | 3576.0 | 3607.3 | 3638.6 |
| FINAIS | -3. | 0.00 | 24.62 | 24.62 | 1282.4 | 1291.0 | 1299.5 |
| | 14. | 0.00 | 25.22 | 25.22 | 1252.1 | 1260.8 | 1269.6 |
| | 19. | 0.00 | 25.39 | 25.39 | 1243.5 | 1252.4 | 1261.2 |
| | 38. | 0.00 | 26.04 | 26.04 | 1212.5 | 1221.5 | 1230.5 |
| PV = 147.80 (0.00) | | | | | | | |
| | 14. | 0.00 | 28.84 | 28.84 | 3506.4 | 3538.3 | 3570.2 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CD

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

147,8 kgf/m²

VÃO = 700.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | -3. | 0.00 | 33.08 | 33.08 | 1299.9 | 1311.3 | 1322.8 |
| | 14. | 0.00 | 33.70 | 33.70 | 1276.0 | 1287.7 | 1299.4 |
| | 19. | 0.00 | 33.88 | 33.88 | 1269.3 | 1281.0 | 1292.7 |
| | 38. | 0.00 | 34.57 | 34.57 | 1244.4 | 1256.3 | 1268.3 |
| PV = 147.80 (0.00) | | | | | | | |
| | 14. | 0.00 | 37.67 | 37.67 | 3657.3 | 3698.9 | 3740.5 |
| FINAIS | -3. | 0.00 | 33.81 | 33.81 | 1272.0 | 1283.7 | 1295.3 |
| | 14. | 0.00 | 34.42 | 34.42 | 1249.5 | 1261.4 | 1273.3 |
| | 19. | 0.00 | 34.60 | 34.60 | 1243.1 | 1255.1 | 1267.0 |
| | 38. | 0.00 | 35.27 | 35.27 | 1219.6 | 1231.8 | 1244.0 |
| PV = 147.80 (0.00) | | | | | | | |
| | 14. | 0.00 | 38.27 | 38.27 | 3600.3 | 3642.5 | 3684.7 |

VÃO = 800.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | -3. | 0.00 | 43.71 | 43.71 | 1286.3 | 1301.4 | 1316.4 |
| | 14. | 0.00 | 44.34 | 44.34 | 1268.2 | 1283.5 | 1298.7 |
| | 19. | 0.00 | 44.52 | 44.52 | 1263.0 | 1278.3 | 1293.7 |
| | 38. | 0.00 | 45.21 | 45.21 | 1243.8 | 1259.4 | 1274.9 |
| PV = 147.80 (0.00) | | | | | | | |
| | 14. | 0.00 | 48.45 | 48.45 | 3717.3 | 3770.6 | 3823.8 |
| FINAIS | -3. | 0.00 | 44.45 | 44.45 | 1265.1 | 1280.4 | 1295.7 |
| | 14. | 0.00 | 45.07 | 45.07 | 1247.8 | 1263.3 | 1278.8 |
| | 19. | 0.00 | 45.25 | 45.25 | 1242.8 | 1258.4 | 1274.0 |
| | 38. | 0.00 | 45.93 | 45.93 | 1224.5 | 1240.3 | 1256.1 |
| PV = 147.80 (0.00) | | | | | | | |
| | 14. | 0.00 | 49.08 | 49.08 | 3670.1 | 3724.0 | 3777.9 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CD

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 19 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

147,8 kgf/m²

VÃO = 900.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|----------------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | -3. | 0.00 | 55.78 | 55.78 | 1277.0 | 1296.1 | 1315.3 |
| | 14. | 0.00 | 56.42 | 56.42 | 1262.8 | 1282.1 | 1301.4 |
| | 19. | 0.00 | 56.60 | 56.60 | 1258.7 | 1278.1 | 1297.5 |
| | 38. | 0.00 | 57.31 | 57.31 | 1243.4 | 1263.1 | 1282.7 |
| PV = 147.80 (0.00) | | | | | | | |
| | 14. | 0.00 | 60.65 | 60.65 | 3762.5 | 3828.9 | 3895.3 |
| FINAIS | -3. | 0.00 | 56.53 | 56.53 | 1260.3 | 1279.7 | 1299.1 |
| | 14. | 0.00 | 57.16 | 57.16 | 1246.6 | 1266.2 | 1285.8 |
| | 19. | 0.00 | 57.34 | 57.34 | 1242.6 | 1262.3 | 1281.9 |
| | 38. | 0.00 | 58.03 | 58.04 | 1227.9 | 1247.8 | 1267.7 |
| | PV = 147.80 (0.00) | | | | | | |
| | 14. | 0.00 | 61.31 | 61.31 | 3722.9 | 3790.0 | 3857.0 |

ANEXO 1C – LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

| | |
|--|--|
| CABO | CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios |
| TRAÇÃO DE PARTIDA | 2.243,57 kgf, a 21 °C, sem vento, final |
| PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) | 148,4 kgf/m² |

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

CAL_1120 1010 61 fios
 PESO UNITÁRIO = 1.405 kgf/m DIÂMETRO = 29.34 mm ÁREA DA SEÇÃO = 509.16 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 2.3E-05 FINAL = 2.3E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
 A0 = -0.0217 A1 = 1.46E-05 A2 = -3.01E-10 A3 = 1.21E-14
 CREEP Y = B.X B = 88800 FINAL Y = C.X + C1 C = 88800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 2243.57 TEMPERATURA DE PARTIDA = 21.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 4.5751 PRESSAO DE VENTO = 148.40 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANÇA DE ESTADO = 21.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 148.40 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 1.0 | 2659 | 5.97 | 2585 | 6.14 | 5968 | 8.69 | 6026 | 8.61 |
| 17.0 | 2374 | 6.69 | 2312 | 6.87 | 5668 | 9.16 | 5697 | 9.11 |
| 21.0 | 2313 | 6.87 | 2253 | 7.05 | 5597 | 9.28 | 5621 | 9.24 |
| 60.0 | 1872 | 8.51 | 1833 | 8.69 | 4994 | 10.42 | 4987 | 10.44 |
| 71.0 | 1783 | 8.94 | 1748 | 9.12 | 4848 | 10.74 | 4838 | 10.77 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 56 de 147 |

LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

148,4 kgf/m²

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 148.40 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2496 | 11.34 | 2453 | 11.54 | 6355 | 14.58 | 6424 | 14.42 |
| 17.0 | 2334 | 12.14 | 2296 | 12.35 | 6128 | 15.13 | 6176 | 15.01 |
| 21.0 | 2298 | 12.34 | 2261 | 12.54 | 6075 | 15.27 | 6118 | 15.16 |
| 60.0 | 2009 | 14.15 | 1981 | 14.35 | 5600 | 16.60 | 5614 | 16.56 |
| 71.0 | 1944 | 14.63 | 1919 | 14.83 | 5481 | 16.97 | 5490 | 16.95 |

***** VÃO = 500.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 148.40 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2422 | 18.36 | 2395 | 18.57 | 6633 | 21.94 | 6702 | 21.71 |
| 17.0 | 2319 | 19.19 | 2294 | 19.41 | 6458 | 22.56 | 6512 | 22.37 |
| 21.0 | 2295 | 19.40 | 2271 | 19.61 | 6416 | 22.71 | 6466 | 22.53 |
| 60.0 | 2095 | 21.32 | 2075 | 21.52 | 6038 | 24.20 | 6064 | 24.09 |
| 71.0 | 2047 | 21.83 | 2028 | 22.04 | 5941 | 24.61 | 5962 | 24.52 |

***** VÃO = 600.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 148.40 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2387 | 26.98 | 2369 | 27.20 | 6845 | 30.82 | 6908 | 30.52 |
| 17.0 | 2317 | 27.84 | 2300 | 28.05 | 6707 | 31.49 | 6759 | 31.23 |
| 21.0 | 2300 | 28.05 | 2283 | 28.26 | 6673 | 31.65 | 6723 | 31.40 |
| 60.0 | 2155 | 30.03 | 2140 | 30.25 | 6368 | 33.26 | 6400 | 33.08 |
| 71.0 | 2118 | 30.57 | 2104 | 30.78 | 6289 | 33.70 | 6316 | 33.55 |

***** VÃO = 700.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 148.40 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2374 | 37.21 | 2360 | 37.43 | 7015 | 41.24 | 7072 | 40.89 |
| 17.0 | 2322 | 38.08 | 2310 | 38.30 | 6904 | 41.95 | 6953 | 41.63 |
| 21.0 | 2310 | 38.29 | 2298 | 38.51 | 6877 | 42.12 | 6925 | 41.81 |
| 60.0 | 2200 | 40.32 | 2189 | 40.54 | 6628 | 43.82 | 6662 | 43.59 |
| 71.0 | 2172 | 40.88 | 2161 | 41.10 | 6563 | 44.30 | 6593 | 44.08 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 57 de 147 |

LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

148,4 kgf/m²

***** VÃO = 800.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 148.40 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2372 | 49.05 | 2362 | 49.27 | 7160 | 53.23 | 7210 | 52.83 |
| 17.0 | 2333 | 49.92 | 2324 | 50.15 | 7070 | 53.97 | 7114 | 53.60 |
| 21.0 | 2324 | 50.14 | 2314 | 50.36 | 7048 | 54.15 | 7091 | 53.79 |
| 60.0 | 2239 | 52.20 | 2230 | 52.42 | 6842 | 55.93 | 6875 | 55.64 |
| 71.0 | 2216 | 52.77 | 2208 | 52.99 | 6787 | 56.42 | 6818 | 56.15 |

***** VÃO = 900.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 148.40 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2378 | 62.51 | 2370 | 62.73 | 7290 | 66.81 | 7333 | 66.37 |
| 17.0 | 2348 | 63.38 | 2341 | 63.61 | 7215 | 67.57 | 7255 | 67.16 |
| 21.0 | 2341 | 63.60 | 2333 | 63.83 | 7197 | 67.76 | 7236 | 67.36 |
| 60.0 | 2273 | 65.69 | 2266 | 65.92 | 7026 | 69.61 | 7057 | 69.27 |
| 71.0 | 2255 | 66.27 | 2248 | 66.49 | 6980 | 70.12 | 7009 | 69.80 |

| | |
|---|---------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 Folha 58 de 147 |

LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

| | |
|---------------------------------------|--|
| CABO | CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios |
| TRAÇÃO DE PARTIDA | 2.243,57 kgf, a 21 °C, sem vento, final |
| PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) | 114,9 kgf/m² |

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

CAL_1120 1010 61 fios
 PESO UNITÁRIO = 1.405 kgf/m DIÂMETRO = 29.34 mm ÁREA DA SEÇÃO = 509.16 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 2.3E-05 FINAL = 2.3E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
 A0 = -0.0217 A1 = 1.46E-05 A2 = -3.01E-10 A3 = 1.21E-14
 CREEP Y = B.X B = 88800 FINAL Y = C.X + C1 C = 88800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 2243.57 TEMPERATURA DE PARTIDA = 21.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 3.6522 PRESSAO DE VENTO = 114.90 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 21.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 114.90 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|------|------|------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2659 | 5.97 | 2585 | 6.14 | 5142 | 8.04 | 5141 | 8.05 |
| 17.0 | 2374 | 6.69 | 2312 | 6.87 | 4835 | 8.56 | 4820 | 8.59 |
| 21.0 | 2313 | 6.87 | 2253 | 7.05 | 4764 | 8.69 | 4747 | 8.72 |
| 60.0 | 1872 | 8.51 | 1833 | 8.69 | 4176 | 9.94 | 4150 | 10.00 |
| 71.0 | 1783 | 8.94 | 1748 | 9.12 | 4039 | 10.28 | 4013 | 10.35 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 59 de 147 |

LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

114,9 kgf/m²

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 114.90 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2496 | 11.34 | 2453 | 11.54 | 5373 | 13.74 | 5382 | 13.72 |
| 17.0 | 2334 | 12.14 | 2296 | 12.35 | 5151 | 14.35 | 5150 | 14.35 |
| 21.0 | 2298 | 12.34 | 2261 | 12.54 | 5098 | 14.50 | 5096 | 14.51 |
| 60.0 | 2009 | 14.15 | 1981 | 14.35 | 4647 | 15.95 | 4635 | 16.00 |
| 71.0 | 1944 | 14.63 | 1919 | 14.83 | 4537 | 16.35 | 4523 | 16.40 |

***** VÃO = 500.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 114.90 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2422 | 18.36 | 2395 | 18.57 | 5535 | 20.96 | 5546 | 20.91 |
| 17.0 | 2319 | 19.19 | 2294 | 19.41 | 5369 | 21.63 | 5374 | 21.61 |
| 21.0 | 2295 | 19.40 | 2271 | 19.61 | 5329 | 21.80 | 5333 | 21.78 |
| 60.0 | 2095 | 21.32 | 2075 | 21.52 | 4978 | 23.39 | 4974 | 23.42 |
| 71.0 | 2047 | 21.83 | 2028 | 22.04 | 4890 | 23.83 | 4884 | 23.87 |

***** VÃO = 600.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 114.90 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2387 | 26.98 | 2369 | 27.20 | 5657 | 29.71 | 5669 | 29.65 |
| 17.0 | 2317 | 27.84 | 2300 | 28.05 | 5530 | 30.43 | 5537 | 30.39 |
| 21.0 | 2300 | 28.05 | 2283 | 28.26 | 5499 | 30.61 | 5505 | 30.58 |
| 60.0 | 2155 | 30.03 | 2140 | 30.25 | 5222 | 32.32 | 5222 | 32.32 |
| 71.0 | 2118 | 30.57 | 2104 | 30.78 | 5151 | 32.80 | 5150 | 32.81 |

***** VÃO = 700.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 114.90 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2374 | 37.21 | 2360 | 37.43 | 5757 | 40.04 | 5768 | 39.96 |
| 17.0 | 2322 | 38.08 | 2310 | 38.30 | 5657 | 40.79 | 5665 | 40.73 |
| 21.0 | 2310 | 38.29 | 2298 | 38.51 | 5633 | 40.98 | 5640 | 40.93 |
| 60.0 | 2200 | 40.32 | 2189 | 40.54 | 5411 | 42.78 | 5414 | 42.76 |
| 71.0 | 2172 | 40.88 | 2161 | 41.10 | 5353 | 43.28 | 5354 | 43.27 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 60 de 147 |

LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

114,9 kgf/m²

***** VÃO = 800.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 114.90 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2372 | 49.05 | 2362 | 49.27 | 5845 | 51.95 | 5855 | 51.86 |
| 17.0 | 2333 | 49.92 | 2324 | 50.15 | 5765 | 52.73 | 5773 | 52.66 |
| 21.0 | 2324 | 50.14 | 2314 | 50.36 | 5746 | 52.93 | 5753 | 52.85 |
| 60.0 | 2239 | 52.20 | 2230 | 52.42 | 5565 | 54.80 | 5569 | 54.75 |
| 71.0 | 2216 | 52.77 | 2208 | 52.99 | 5518 | 55.31 | 5521 | 55.28 |

***** VÃO = 900.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 114.90 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2378 | 62.51 | 2370 | 62.73 | 5927 | 65.47 | 5935 | 65.37 |
| 17.0 | 2348 | 63.38 | 2341 | 63.61 | 5862 | 66.27 | 5869 | 66.18 |
| 21.0 | 2341 | 63.60 | 2333 | 63.83 | 5846 | 66.47 | 5853 | 66.38 |
| 60.0 | 2273 | 65.69 | 2266 | 65.92 | 5698 | 68.39 | 5702 | 68.34 |
| 71.0 | 2255 | 66.27 | 2248 | 66.49 | 5658 | 68.93 | 5662 | 68.88 |

| | |
|---|---------------------------------------|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B</p> |
| <p>ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS</p> | <p>Rev. 0 Folha 61 de 147</p> |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

155,7 kgf/m²

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

ACSR Dotterel 176.9 12/7
 PESO UNITÁRIO = 0.657 kgf/m DIÂMETRO = 15.42 mm ÁREA DA SEÇÃO = 141.93 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 1.48E-05 FINAL = 1.53E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
 A0 = 0.00217 A1 = 7.05E-06 A2 = -3.21E-11 A3 = 1.14E-15
 CREEP Y = B.X B = 119600 FINAL Y = C.X + C1 C = 149800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 1165.70 TEMPERATURA DE PARTIDA = 21.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 2.4892 PRESSAO DE VENTO = 155.70 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 21.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 155.70 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 1.0 | 1366 | 5.43 | 1296 | 5.72 | 3230 | 8.74 | 3231 | 8.73 |
| 17.0 | 1256 | 5.91 | 1193 | 6.22 | 3129 | 9.03 | 3118 | 9.06 |
| 21.0 | 1231 | 6.03 | 1170 | 6.34 | 3104 | 9.10 | 3092 | 9.14 |
| 40.0 | 1126 | 6.59 | 1073 | 6.92 | 2993 | 9.44 | 2970 | 9.52 |

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 155.70 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 1.0 | 1291 | 10.24 | 1250 | 10.58 | 3511 | 14.35 | 3533 | 14.26 |
| 17.0 | 1226 | 10.79 | 1187 | 11.15 | 3431 | 14.69 | 3443 | 14.64 |
| 21.0 | 1211 | 10.93 | 1173 | 11.28 | 3412 | 14.78 | 3421 | 14.74 |
| 40.0 | 1145 | 11.56 | 1111 | 11.93 | 3322 | 15.19 | 3322 | 15.19 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 62 de 147 |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

155,7 kgf/m²

***** VÃO = 500.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 155.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 1254 | 16.54 | 1228 | 16.90 | 3722 | 21.25 | 3756 | 21.05 |
| 17.0 | 1212 | 17.12 | 1187 | 17.50 | 3658 | 21.64 | 3682 | 21.49 |
| 21.0 | 1203 | 17.26 | 1177 | 17.64 | 3642 | 21.73 | 3665 | 21.60 |
| 40.0 | 1159 | 17.93 | 1134 | 18.33 | 3569 | 22.19 | 3583 | 22.10 |

***** VÃO = 600.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 155.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 1236 | 24.28 | 1218 | 24.66 | 3887 | 29.46 | 3925 | 29.17 |
| 17.0 | 1207 | 24.88 | 1189 | 25.27 | 3834 | 29.89 | 3865 | 29.64 |
| 21.0 | 1200 | 25.03 | 1182 | 25.42 | 3821 | 30.00 | 3850 | 29.76 |
| 40.0 | 1169 | 25.73 | 1151 | 26.13 | 3761 | 30.50 | 3783 | 30.32 |

***** VÃO = 700.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 155.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 1228 | 33.47 | 1215 | 33.85 | 4020 | 39.03 | 4058 | 38.64 |
| 17.0 | 1207 | 34.08 | 1194 | 34.48 | 3976 | 39.48 | 4009 | 39.14 |
| 21.0 | 1202 | 34.23 | 1188 | 34.63 | 3965 | 39.60 | 3996 | 39.27 |
| 40.0 | 1178 | 34.94 | 1165 | 35.36 | 3915 | 40.14 | 3940 | 39.86 |

***** VÃO = 800.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 155.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 1226 | 44.10 | 1215 | 44.49 | 4131 | 49.96 | 4167 | 49.49 |
| 17.0 | 1210 | 44.72 | 1199 | 45.12 | 4094 | 50.44 | 4126 | 50.02 |
| 21.0 | 1206 | 44.87 | 1195 | 45.28 | 4085 | 50.56 | 4116 | 50.15 |
| 40.0 | 1188 | 45.59 | 1177 | 46.02 | 4043 | 51.13 | 4069 | 50.78 |

***** VÃO = 900.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 155.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 1227 | 56.18 | 1219 | 56.57 | 4226 | 62.29 | 4261 | 61.75 |
| 17.0 | 1215 | 56.80 | 1206 | 57.21 | 4195 | 62.80 | 4226 | 62.30 |
| 21.0 | 1212 | 56.96 | 1203 | 57.37 | 4188 | 62.92 | 4218 | 62.43 |
| 40.0 | 1197 | 57.69 | 1189 | 58.12 | 4152 | 63.52 | 4178 | 63.08 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 63 de 147 |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

120,5 kgf/m²

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

ACSR Dotterel 176.9 12/7
 PESO UNITÁRIO = 0.657 kgf/m DIÂMETRO = 15.42 mm ÁREA DA SEÇÃO = 141.93 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 1.48E-05 FINAL = 1.53E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
 A0 = 0.00217 A1 = 7.05E-06 A2 = -3.21E-11 A3 = 1.14E-15
 CREEP Y = B.X B = 119600 FINAL Y = C.X + C1 C = 149800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 1165.70 TEMPERATURA DE PARTIDA = 21.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 1.9708 PRESSAO DE VENTO = 120.50 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 21.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 120.50 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 1.0 | 1366 | 5.43 | 1296 | 5.72 | 2787 | 8.01 | 2756 | 8.10 |
| 17.0 | 1256 | 5.91 | 1193 | 6.22 | 2682 | 8.33 | 2644 | 8.45 |
| 21.0 | 1231 | 6.03 | 1170 | 6.34 | 2657 | 8.41 | 2618 | 8.53 |
| 40.0 | 1126 | 6.59 | 1073 | 6.92 | 2543 | 8.79 | 2500 | 8.94 |

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 120.50 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 1.0 | 1291 | 10.24 | 1250 | 10.58 | 2979 | 13.37 | 2964 | 13.44 |
| 17.0 | 1226 | 10.79 | 1187 | 11.15 | 2898 | 13.75 | 2878 | 13.85 |
| 21.0 | 1211 | 10.93 | 1173 | 11.28 | 2879 | 13.85 | 2857 | 13.95 |
| 40.0 | 1145 | 11.56 | 1111 | 11.93 | 2790 | 14.30 | 2764 | 14.44 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 64 de 147 |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

120,5 kgf/m²

***** VÃO = 500.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 120.50 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 1254 | 16.54 | 1228 | 16.90 | 3118 | 20.05 | 3113 | 20.08 |
| 17.0 | 1212 | 17.12 | 1187 | 17.50 | 3055 | 20.47 | 3045 | 20.54 |
| 21.0 | 1203 | 17.26 | 1177 | 17.64 | 3040 | 20.58 | 3029 | 20.66 |
| 40.0 | 1159 | 17.93 | 1134 | 18.33 | 2969 | 21.09 | 2954 | 21.20 |

***** VÃO = 600.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 120.50 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 1236 | 24.28 | 1218 | 24.66 | 3224 | 28.07 | 3224 | 28.07 |
| 17.0 | 1207 | 24.88 | 1189 | 25.27 | 3174 | 28.53 | 3170 | 28.57 |
| 21.0 | 1200 | 25.03 | 1182 | 25.42 | 3161 | 28.65 | 3156 | 28.70 |
| 40.0 | 1169 | 25.73 | 1151 | 26.13 | 3105 | 29.20 | 3096 | 29.28 |

***** VÃO = 700.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 120.50 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 1228 | 33.47 | 1215 | 33.85 | 3308 | 37.46 | 3310 | 37.44 |
| 17.0 | 1207 | 34.08 | 1194 | 34.48 | 3267 | 37.96 | 3266 | 37.97 |
| 21.0 | 1202 | 34.23 | 1188 | 34.63 | 3257 | 38.08 | 3256 | 38.10 |
| 40.0 | 1178 | 34.94 | 1165 | 35.36 | 3211 | 38.67 | 3206 | 38.72 |

***** VÃO = 800.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 120.50 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 1226 | 44.10 | 1215 | 44.49 | 3378 | 48.26 | 3381 | 48.21 |
| 17.0 | 1210 | 44.72 | 1199 | 45.12 | 3344 | 48.78 | 3345 | 48.76 |
| 21.0 | 1206 | 44.87 | 1195 | 45.28 | 3336 | 48.91 | 3337 | 48.90 |
| 40.0 | 1188 | 45.59 | 1177 | 46.02 | 3298 | 49.52 | 3296 | 49.55 |

***** VÃO = 900.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 120.50 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 1227 | 56.18 | 1219 | 56.57 | 3439 | 60.47 | 3442 | 60.40 |
| 17.0 | 1215 | 56.80 | 1206 | 57.21 | 3411 | 61.01 | 3413 | 60.97 |
| 21.0 | 1212 | 56.96 | 1203 | 57.37 | 3404 | 61.14 | 3406 | 61.11 |
| 40.0 | 1197 | 57.69 | 1189 | 58.12 | 3372 | 61.78 | 3372 | 61.79 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 65 de 147 |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

155,7 kgf/m²

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

PROJETO: LT 525 KV JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 CS

CABO PARA-RAIOS: OPGW144

TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES

CABO: OPGW44 1 POR FASE
 diâmetro = 14.40 mm coef. dilat.i = 0.00001400 °C-1
 área secção = 120.00 mm² coef. dilat.f = 0.00001400 °C-1
 peso linear = 0.7000 kgf/m mód. elast. i = 13100. kgf/mm²
 carga rupt. = 11310. kgf mód. elast. f = 13100. kgf/mm²

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

| | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| CONDIÇÃO 1 : | CONDIÇÃO 2 : |
| Temperatura = 17.0 °C | Temperatura = 0.0 °C |
| Pressão = 155.70 kgf/m ² | Pressão = 0.00 kgf/m ² |
| Carga = 2.3488 kgf/m | Carga = 0.0000 kgf/m |

CADEIA:

Peso . . . = 0.00 kgf
 Comprimento = 0.00 m
 Área . . . = 0.00 m²

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

| | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| CONDIÇÃO 1 : | CONDIÇÃO 2 : |
| Temperatura = 17.0 °C | Temperatura = 0.0 °C |
| Pressão = 0.00 kgf/m ² | Pressão = 0.00 kgf/m ² |
| Carga = 0.00 kgf | Carga = 0.00 kgf |

TEMPERATURA E D S = 21.0 °C

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES

CABO: OPGW44 1 POR FASE

PARTIDA: 1241.8 kgf = 10.98 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
 21.0 °C - ESTADO FINAL, SEM VENTO

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 66 de 147 |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

155,7 kgf/m²

VÃO = 300.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 1. | 0.00 | 5.24 | 5.24 | 1504.1 | 1506.0 | 1507.8 |
| | 21. | 0.00 | 5.81 | 5.81 | 1356.6 | 1358.7 | 1360.7 |
| | 40. | 0.00 | 6.34 | 6.35 | 1241.8 | 1244.1 | 1246.3 |
| PV = 155.70 (0.00) | | | | | | | |
| | 17. | 0.00 | 8.39 | 8.39 | 3150.9 | 3160.7 | 3170.6 |
| FINAIS | | | | | | | |
| | 1. | 0.00 | 5.81 | 5.81 | 1356.6 | 1358.7 | 1360.7 |
| | 6. | 0.00 | 5.95 | 5.95 | 1324.2 | 1326.3 | 1328.4 |
| | 17. | 0.00 | 6.26 | 6.26 | 1258.6 | 1260.8 | 1262.9 |
| | 21. | 0.00 | 6.37 | 6.37 | 1236.4 | 1238.6 | 1240.8 |
| | 40. | 0.00 | 6.90 | 6.90 | 1142.3 | 1144.7 | 1147.1 |
| PV = 155.70 (0.00) | | | | | | | |
| | 17. | 0.00 | 8.78 | 8.78 | 3014.2 | 3024.5 | 3034.8 |

VÃO = 400.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 1. | 0.00 | 10.02 | 10.02 | 1398.1 | 1401.6 | 1405.1 |
| | 21. | 0.00 | 10.68 | 10.68 | 1312.3 | 1316.0 | 1319.7 |
| | 40. | 0.00 | 11.29 | 11.29 | 1241.9 | 1245.8 | 1249.7 |
| PV = 155.70 (0.00) | | | | | | | |
| | 17. | 0.00 | 13.82 | 13.82 | 3404.8 | 3420.9 | 3437.0 |
| FINAIS | | | | | | | |
| | 1. | 0.00 | 10.68 | 10.68 | 1312.3 | 1316.0 | 1319.7 |
| | 6. | 0.00 | 10.84 | 10.84 | 1292.8 | 1296.6 | 1300.4 |
| | 17. | 0.00 | 11.19 | 11.19 | 1252.3 | 1256.2 | 1260.1 |
| | 21. | 0.00 | 11.32 | 11.32 | 1238.4 | 1242.3 | 1246.3 |
| | 40. | 0.00 | 11.91 | 11.91 | 1177.2 | 1181.3 | 1185.5 |
| PV = 155.70 (0.00) | | | | | | | |
| | 17. | 0.00 | 14.27 | 14.27 | 3296.8 | 3313.5 | 3330.1 |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

155,7 kgf/m²

VÃO = 500.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|----------------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 1. | 0.00 | 16.30 | 16.30 | 1343.5 | 1349.2 | 1354.9 |
| | 21. | 0.00 | 17.00 | 17.00 | 1288.7 | 1294.7 | 1300.6 |
| | 40. | 0.00 | 17.64 | 17.64 | 1241.8 | 1248.0 | 1254.1 |
| PV = 155.70 (0.00) | 17. | 0.00 | 20.53 | 20.53 | 3582.5 | 3606.4 | 3630.3 |
| FINAIS | 1. | 0.00 | 17.00 | 17.00 | 1288.8 | 1294.7 | 1300.6 |
| | 6. | 0.00 | 17.17 | 17.17 | 1276.0 | 1281.9 | 1287.9 |
| | 17. | 0.00 | 17.54 | 17.54 | 1248.9 | 1255.0 | 1261.1 |
| | 21. | 0.00 | 17.68 | 17.68 | 1239.5 | 1245.6 | 1251.8 |
| | 40. | 0.00 | 18.31 | 18.31 | 1197.1 | 1203.5 | 1209.9 |
| | PV = 155.70 (0.00) | 17. | 0.00 | 21.05 | 21.05 | 3495.8 | 3520.3 |

VÃO = 600.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|----------------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 1. | 0.00 | 24.04 | 24.04 | 1312.9 | 1321.2 | 1329.6 |
| | 21. | 0.00 | 24.76 | 24.76 | 1275.1 | 1283.7 | 1292.3 |
| | 40. | 0.00 | 25.43 | 25.43 | 1241.8 | 1250.7 | 1259.5 |
| PV = 155.70 (0.00) | 17. | 0.00 | 28.58 | 28.58 | 3709.2 | 3742.3 | 3775.5 |
| FINAIS | 1. | 0.00 | 24.76 | 24.76 | 1275.1 | 1283.7 | 1292.3 |
| | 6. | 0.00 | 24.94 | 24.94 | 1266.1 | 1274.8 | 1283.4 |
| | 17. | 0.00 | 25.32 | 25.32 | 1246.9 | 1255.7 | 1264.5 |
| | 21. | 0.00 | 25.46 | 25.46 | 1240.2 | 1249.0 | 1257.8 |
| | 40. | 0.00 | 26.11 | 26.11 | 1209.3 | 1218.4 | 1227.4 |
| | PV = 155.70 (0.00) | 17. | 0.00 | 29.14 | 29.14 | 3638.6 | 3672.4 |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

155,7 kgf/m²

VÃO = 700.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 1. | 0.00 | 33.23 | 33.23 | 1294.2 | 1305.7 | 1317.2 |
| | 21. | 0.00 | 33.96 | 33.96 | 1266.6 | 1278.3 | 1290.1 |
| | 40. | 0.00 | 34.64 | 34.64 | 1241.8 | 1253.8 | 1265.8 |
| PV = 155.70 (0.00) | | | | | | | |
| | 17. | 0.00 | 37.99 | 38.00 | 3801.2 | 3845.1 | 3889.0 |
| FINAIS | | | | | | | |
| | 1. | 0.00 | 33.96 | 33.96 | 1266.6 | 1278.3 | 1290.1 |
| | 6. | 0.00 | 34.14 | 34.14 | 1259.9 | 1271.7 | 1283.5 |
| | 17. | 0.00 | 34.53 | 34.53 | 1245.7 | 1257.6 | 1269.5 |
| | 21. | 0.00 | 34.67 | 34.67 | 1240.6 | 1252.6 | 1264.5 |
| | 40. | 0.00 | 35.34 | 35.34 | 1217.2 | 1229.4 | 1241.6 |
| PV = 155.70 (0.00) | | | | | | | |
| | 17. | 0.00 | 38.59 | 38.59 | 3743.1 | 3787.7 | 3832.3 |

VÃO = 800.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 1. | 0.00 | 43.86 | 43.86 | 1282.0 | 1297.1 | 1312.2 |
| | 21. | 0.00 | 44.59 | 44.59 | 1260.9 | 1276.3 | 1291.7 |
| | 40. | 0.00 | 45.29 | 45.29 | 1241.8 | 1257.4 | 1273.0 |
| PV = 155.70 (0.00) | | | | | | | |
| | 17. | 0.00 | 48.80 | 48.80 | 3869.4 | 3925.6 | 3981.8 |
| FINAIS | | | | | | | |
| | 1. | 0.00 | 44.59 | 44.59 | 1260.9 | 1276.3 | 1291.7 |
| | 6. | 0.00 | 44.78 | 44.78 | 1255.8 | 1271.3 | 1286.7 |
| | 17. | 0.00 | 45.18 | 45.18 | 1244.8 | 1260.4 | 1275.9 |
| | 21. | 0.00 | 45.32 | 45.32 | 1240.9 | 1256.5 | 1272.1 |
| | 40. | 0.00 | 46.00 | 46.00 | 1222.6 | 1238.4 | 1254.3 |
| PV = 155.70 (0.00) | | | | | | | |
| | 17. | 0.00 | 49.42 | 49.42 | 3821.1 | 3878.0 | 3934.9 |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

155,7 kgf/m²

VÃO = 900.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 1. | 0.00 | 55.93 | 55.93 | 1273.6 | 1292.8 | 1312.0 |
| | 21. | 0.00 | 56.68 | 56.68 | 1257.0 | 1276.5 | 1295.9 |
| | 40. | 0.00 | 57.38 | 57.38 | 1241.8 | 1261.5 | 1281.2 |
| PV = 155.70 (0.00) | 17. | 0.00 | 61.02 | 61.02 | 3921.0 | 3991.0 | 4061.0 |
| | FINAIS | | | | | | |
| | 1. | 0.00 | 56.68 | 56.68 | 1257.0 | 1276.5 | 1295.9 |
| | 6. | 0.00 | 56.86 | 56.86 | 1253.0 | 1272.5 | 1292.0 |
| | 17. | 0.00 | 57.27 | 57.27 | 1244.2 | 1263.8 | 1283.5 |
| | 21. | 0.00 | 57.42 | 57.42 | 1241.1 | 1260.7 | 1280.4 |
| | 40. | 0.00 | 58.11 | 58.11 | 1226.4 | 1246.3 | 1266.2 |
| PV = 155.70 (0.00) | 17. | 0.00 | 61.67 | 61.67 | 3880.3 | 3951.0 | 4021.7 |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

CABO **3/8" EAR**
TRAÇÃO DE PARTIDA **722,25 kgf, a 21 °C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **155,7 kgf/m²**

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

ACO Para-raios 3/8 7 fios
 PESO UNITÁRIO = 0.407 kgf/m DIÂMETRO = 9.144 mm ÁREA DA SEÇÃO = 51.08 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 1.15E-05 FINAL = 1.15E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y² + A3.Y³
 A0 = -0.000957 A1 = 3.92E-06 A2 = -5.5E-12 A3 = 7.96E-17
 CREEP Y = B.X B = 249000 FINAL Y = C.X + C1 C = 258800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 722.25 TEMPERATURA DE PARTIDA = 21.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 1.4808 PRESSAO DE VENTO = 155.70 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 21.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 155.70 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 1.0 | 794 | 5.78 | 782 | 5.88 | 1940 | 8.65 | 1927 | 8.71 |
| 17.0 | 746 | 6.16 | 735 | 6.25 | 1888 | 8.90 | 1875 | 8.96 |
| 21.0 | 735 | 6.25 | 725 | 6.34 | 1875 | 8.96 | 1862 | 9.02 |
| 40.0 | 687 | 6.69 | 679 | 6.78 | 1818 | 9.25 | 1805 | 9.31 |

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 155.70 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 1.0 | 769 | 10.65 | 762 | 10.76 | 2116 | 14.16 | 2107 | 14.22 |
| 17.0 | 740 | 11.08 | 734 | 11.18 | 2074 | 14.45 | 2066 | 14.51 |
| 21.0 | 733 | 11.18 | 727 | 11.28 | 2064 | 14.52 | 2056 | 14.58 |
| 40.0 | 703 | 11.67 | 697 | 11.77 | 2018 | 14.86 | 2010 | 14.93 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 71 de 147 |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

CABO

3/8" EAR

TRAÇÃO DE PARTIDA

722,25 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

155,7 kgf/m²

***** VÃO = 500.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 155.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 757 | 16.97 | 753 | 17.08 | 2245 | 20.95 | 2240 | 21.00 |
| 17.0 | 738 | 17.42 | 734 | 17.53 | 2212 | 21.28 | 2206 | 21.33 |
| 21.0 | 734 | 17.53 | 729 | 17.64 | 2204 | 21.36 | 2198 | 21.41 |
| 40.0 | 713 | 18.05 | 709 | 18.16 | 2166 | 21.74 | 2160 | 21.80 |

***** VÃO = 600.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 155.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 752 | 24.73 | 749 | 24.85 | 2343 | 29.06 | 2340 | 29.10 |
| 17.0 | 739 | 25.19 | 736 | 25.30 | 2316 | 29.42 | 2313 | 29.46 |
| 21.0 | 736 | 25.31 | 733 | 25.42 | 2309 | 29.51 | 2306 | 29.55 |
| 40.0 | 721 | 25.85 | 718 | 25.95 | 2278 | 29.92 | 2275 | 29.97 |

***** VÃO = 700.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 155.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 751 | 33.93 | 748 | 34.04 | 2420 | 38.53 | 2419 | 38.56 |
| 17.0 | 741 | 34.40 | 739 | 34.51 | 2398 | 38.91 | 2396 | 38.94 |
| 21.0 | 739 | 34.51 | 736 | 34.63 | 2393 | 39.00 | 2391 | 39.03 |
| 40.0 | 728 | 35.06 | 725 | 35.18 | 2367 | 39.45 | 2365 | 39.49 |

***** VÃO = 800.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 155.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 752 | 44.56 | 750 | 44.68 | 2484 | 49.38 | 2483 | 49.40 |
| 17.0 | 744 | 45.04 | 743 | 45.15 | 2466 | 49.78 | 2465 | 49.80 |
| 21.0 | 742 | 45.16 | 741 | 45.27 | 2461 | 49.88 | 2460 | 49.90 |
| 40.0 | 734 | 45.72 | 732 | 45.83 | 2440 | 50.35 | 2439 | 50.37 |

***** VÃO = 900.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 155.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 754 | 56.64 | 753 | 56.76 | 2539 | 61.64 | 2538 | 61.64 |
| 17.0 | 748 | 57.13 | 747 | 57.24 | 2523 | 62.05 | 2523 | 62.06 |
| 21.0 | 747 | 57.25 | 746 | 57.36 | 2519 | 62.15 | 2519 | 62.16 |
| 40.0 | 740 | 57.81 | 739 | 57.93 | 2501 | 62.64 | 2501 | 62.66 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 72 de 147 |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

CABO

OPGW2

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.210,21 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

155,7 kgf/m²

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

OPGW134 fios
 PESO UNITÁRIO = 0.682 kgf/m DIÂMETRO = 13.4 mm ÁREA DA SEÇÃO = 103 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 1.32E-05 FINAL = 1.32E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
 A0 = 0 A1 = 5.71E-06 A2 = 0 A3 = 0
 CREEP Y = B.X B = 172900 FINAL Y = C.X + C1 C = 194600

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 1210.21 TEMPERATURA DE PARTIDA = 21.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 2.1950 PRESSAO DE VENTO = 155.70 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 21.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 155.70 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 1.0 | 1324 | 5.82 | 1322 | 5.82 | 2875 | 8.66 | 2928 | 8.50 |
| 17.0 | 1239 | 6.22 | 1235 | 6.24 | 2788 | 8.93 | 2835 | 8.78 |
| 21.0 | 1219 | 6.32 | 1215 | 6.34 | 2767 | 9.00 | 2812 | 8.85 |
| 40.0 | 1135 | 6.79 | 1129 | 6.83 | 2672 | 9.32 | 2711 | 9.19 |

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 155.70 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 1.0 | 1286 | 10.67 | 1285 | 10.69 | 3134 | 14.17 | 3182 | 13.95 |
| 17.0 | 1233 | 11.14 | 1231 | 11.17 | 3064 | 14.50 | 3108 | 14.29 |
| 21.0 | 1221 | 11.26 | 1218 | 11.28 | 3048 | 14.58 | 3091 | 14.38 |
| 40.0 | 1166 | 11.80 | 1162 | 11.83 | 2971 | 14.97 | 3009 | 14.77 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 73 de 147 |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

CABO

OPGW2

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.210,21 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

155,7 kgf/m²

***** VÃO = 500.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 155.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|-------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 1.0 | 1268 | 16.99 | 1267 | 17.01 | 3325 | 20.97 | 3367 | 20.70 |
| 17.0 | 1233 | 17.49 | 1231 | 17.51 | 3269 | 21.34 | 3308 | 21.08 |
| 21.0 | 1224 | 17.61 | 1222 | 17.64 | 3255 | 21.43 | 3294 | 21.17 |
| 40.0 | 1186 | 18.19 | 1184 | 18.23 | 3192 | 21.87 | 3228 | 21.62 |

***** VÃO = 600.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 155.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|-------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 1.0 | 1260 | 24.74 | 1259 | 24.77 | 3471 | 29.08 | 3508 | 28.76 |
| 17.0 | 1235 | 25.26 | 1234 | 25.29 | 3425 | 29.49 | 3460 | 29.18 |
| 21.0 | 1229 | 25.39 | 1228 | 25.42 | 3414 | 29.59 | 3448 | 29.28 |
| 40.0 | 1201 | 25.99 | 1200 | 26.03 | 3362 | 30.07 | 3394 | 29.77 |

***** VÃO = 700.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 155.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|-------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 1.0 | 1258 | 33.93 | 1257 | 33.96 | 3586 | 38.55 | 3618 | 38.19 |
| 17.0 | 1239 | 34.47 | 1238 | 34.50 | 3548 | 38.98 | 3579 | 38.64 |
| 21.0 | 1235 | 34.60 | 1234 | 34.63 | 3539 | 39.09 | 3569 | 38.75 |
| 40.0 | 1214 | 35.22 | 1213 | 35.25 | 3496 | 39.60 | 3524 | 39.27 |

***** VÃO = 800.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 155.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|-------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 1.0 | 1260 | 44.57 | 1259 | 44.60 | 3681 | 49.40 | 3708 | 49.01 |
| 17.0 | 1245 | 45.11 | 1245 | 45.14 | 3650 | 49.86 | 3676 | 49.48 |
| 21.0 | 1242 | 45.24 | 1241 | 45.27 | 3642 | 49.97 | 3668 | 49.59 |
| 40.0 | 1226 | 45.88 | 1225 | 45.91 | 3606 | 50.51 | 3631 | 50.14 |

***** VÃO = 900.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 155.70 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|-------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| 1.0 | 1264 | 56.65 | 1263 | 56.68 | 3762 | 61.66 | 3785 | 61.24 |
| 17.0 | 1253 | 57.20 | 1252 | 57.23 | 3736 | 62.13 | 3758 | 61.72 |
| 21.0 | 1250 | 57.33 | 1249 | 57.36 | 3729 | 62.25 | 3752 | 61.84 |
| 40.0 | 1237 | 57.98 | 1236 | 58.01 | 3699 | 62.81 | 3721 | 62.41 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 74 de 147 |

ANEXO 1D – LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

| | |
|--|--|
| CABO | CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios |
| TRAÇÃO DE PARTIDA | 2.243,57 kgf, a 21 °C, sem vento, final |
| PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) | 151,9 kgf/m² |

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

CAL_1120 1010 61 fios
 PESO UNITÁRIO = 1.405 kgf/m DIÂMETRO = 29.34 mm ÁREA DA SEÇÃO = 509.16 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 2.3E-05 FINAL = 2.3E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
 A0 = -0.0217 A1 = 1.46E-05 A2 = -3.01E-10 A3 = 1.21E-14
 CREEP Y = B.X B = 88800 FINAL Y = C.X + C1 C = 88800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 2243.57 TEMPERATURA DE PARTIDA = 21.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 4.6730 PRESSAO DE VENTO = 151.90 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANÇA DE ESTADO = 21.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 151.90 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 1.0 | 2659 | 5.97 | 2585 | 6.14 | 6051 | 8.76 | 6116 | 8.66 |
| 17.0 | 2374 | 6.69 | 2312 | 6.87 | 5752 | 9.22 | 5787 | 9.16 |
| 21.0 | 2313 | 6.87 | 2253 | 7.05 | 5681 | 9.34 | 5710 | 9.29 |
| 60.0 | 1872 | 8.51 | 1833 | 8.69 | 5077 | 10.47 | 5073 | 10.48 |
| 71.0 | 1783 | 8.94 | 1748 | 9.12 | 4931 | 10.79 | 4923 | 10.81 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 75 de 147 |

LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

151,9 kgf/m²

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 151.90 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2496 | 11.34 | 2453 | 11.54 | 6453 | 14.66 | 6530 | 14.49 |
| 17.0 | 2334 | 12.14 | 2296 | 12.35 | 6227 | 15.21 | 6281 | 15.08 |
| 21.0 | 2298 | 12.34 | 2261 | 12.54 | 6173 | 15.35 | 6223 | 15.22 |
| 60.0 | 2009 | 14.15 | 1981 | 14.35 | 5697 | 16.67 | 5715 | 16.62 |
| 71.0 | 1944 | 14.63 | 1919 | 14.83 | 5578 | 17.04 | 5590 | 17.00 |

***** VÃO = 500.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 151.90 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2422 | 18.36 | 2395 | 18.57 | 6744 | 22.04 | 6821 | 21.79 |
| 17.0 | 2319 | 19.19 | 2294 | 19.41 | 6569 | 22.66 | 6629 | 22.44 |
| 21.0 | 2295 | 19.40 | 2271 | 19.61 | 6527 | 22.81 | 6583 | 22.61 |
| 60.0 | 2095 | 21.32 | 2075 | 21.52 | 6146 | 24.28 | 6177 | 24.16 |
| 71.0 | 2047 | 21.83 | 2028 | 22.04 | 6049 | 24.69 | 6074 | 24.58 |

***** VÃO = 600.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 151.90 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2387 | 26.98 | 2369 | 27.20 | 6966 | 30.94 | 7037 | 30.61 |
| 17.0 | 2317 | 27.84 | 2300 | 28.05 | 6827 | 31.60 | 6886 | 31.31 |
| 21.0 | 2300 | 28.05 | 2283 | 28.26 | 6793 | 31.76 | 6850 | 31.49 |
| 60.0 | 2155 | 30.03 | 2140 | 30.25 | 6486 | 33.36 | 6522 | 33.16 |
| 71.0 | 2118 | 30.57 | 2104 | 30.78 | 6406 | 33.80 | 6437 | 33.62 |

***** VÃO = 700.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 151.90 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2374 | 37.21 | 2360 | 37.43 | 7144 | 41.37 | 7207 | 40.98 |
| 17.0 | 2322 | 38.08 | 2310 | 38.30 | 7032 | 42.07 | 7087 | 41.72 |
| 21.0 | 2310 | 38.29 | 2298 | 38.51 | 7005 | 42.25 | 7058 | 41.91 |
| 60.0 | 2200 | 40.32 | 2189 | 40.54 | 6754 | 43.94 | 6792 | 43.67 |
| 71.0 | 2172 | 40.88 | 2161 | 41.10 | 6687 | 44.41 | 6722 | 44.16 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 76 de 147 |

LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

151,9 kgf/m²

***** VÃO = 800.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 151.90 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2372 | 49.05 | 2362 | 49.27 | 7295 | 53.37 | 7351 | 52.93 |
| 17.0 | 2333 | 49.92 | 2324 | 50.15 | 7204 | 54.10 | 7254 | 53.70 |
| 21.0 | 2324 | 50.14 | 2314 | 50.36 | 7182 | 54.29 | 7231 | 53.89 |
| 60.0 | 2239 | 52.20 | 2230 | 52.42 | 6974 | 56.05 | 7011 | 55.73 |
| 71.0 | 2216 | 52.77 | 2208 | 52.99 | 6919 | 56.55 | 6953 | 56.24 |

***** VÃO = 900.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 151.90 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2378 | 62.51 | 2370 | 62.73 | 7431 | 66.96 | 7480 | 66.47 |
| 17.0 | 2348 | 63.38 | 2341 | 63.61 | 7355 | 67.72 | 7400 | 67.26 |
| 21.0 | 2341 | 63.60 | 2333 | 63.83 | 7337 | 67.91 | 7381 | 67.46 |
| 60.0 | 2273 | 65.69 | 2266 | 65.92 | 7164 | 69.74 | 7199 | 69.36 |
| 71.0 | 2255 | 66.27 | 2248 | 66.49 | 7117 | 70.25 | 7150 | 69.89 |

| | |
|---|---------------------------------------|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B</p> |
| <p>ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS</p> | <p>Rev. 0 Folha 77 de 147</p> |

LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

| | |
|---------------------------------------|--|
| CABO | CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios |
| TRAÇÃO DE PARTIDA | 2.243,57 kgf, a 21 °C, sem vento, final |
| PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) | 117,6 kgf/m² |

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

CAL_1120 1010 61 fios
 PESO UNITÁRIO = 1.405 kgf/m DIÂMETRO = 29.34 mm ÁREA DA SEÇÃO = 509.16 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 2.3E-05 FINAL = 2.3E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
 A0 = -0.0217 A1 = 1.46E-05 A2 = -3.01E-10 A3 = 1.21E-14
 CREEP Y = B.X B = 88800 FINAL Y = C.X + C1 C = 88800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 2243.57 TEMPERATURA DE PARTIDA = 21.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 3.7255 PRESSAO DE VENTO = 117.60 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 21.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 117.60 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|------|------|------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2659 | 5.97 | 2585 | 6.14 | 5211 | 8.10 | 5214 | 8.09 |
| 17.0 | 2374 | 6.69 | 2312 | 6.87 | 4904 | 8.61 | 4892 | 8.63 |
| 21.0 | 2313 | 6.87 | 2253 | 7.05 | 4833 | 8.74 | 4819 | 8.77 |
| 60.0 | 1872 | 8.51 | 1833 | 8.69 | 4243 | 9.98 | 4218 | 10.04 |
| 71.0 | 1783 | 8.94 | 1748 | 9.12 | 4105 | 10.32 | 4080 | 10.39 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 78 de 147 |

LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

117,6 kgf/m²

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 117.60 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2496 | 11.34 | 2453 | 11.54 | 5455 | 13.81 | 5467 | 13.78 |
| 17.0 | 2334 | 12.14 | 2296 | 12.35 | 5232 | 14.41 | 5234 | 14.41 |
| 21.0 | 2298 | 12.34 | 2261 | 12.54 | 5179 | 14.56 | 5179 | 14.56 |
| 60.0 | 2009 | 14.15 | 1981 | 14.35 | 4725 | 16.00 | 4714 | 16.04 |
| 71.0 | 1944 | 14.63 | 1919 | 14.83 | 4615 | 16.40 | 4602 | 16.45 |

***** VÃO = 500.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 117.60 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2422 | 18.36 | 2395 | 18.57 | 5626 | 21.04 | 5640 | 20.98 |
| 17.0 | 2319 | 19.19 | 2294 | 19.41 | 5458 | 21.70 | 5466 | 21.67 |
| 21.0 | 2295 | 19.40 | 2271 | 19.61 | 5418 | 21.87 | 5425 | 21.84 |
| 60.0 | 2095 | 21.32 | 2075 | 21.52 | 5065 | 23.46 | 5062 | 23.47 |
| 71.0 | 2047 | 21.83 | 2028 | 22.04 | 4976 | 23.90 | 4971 | 23.92 |

***** VÃO = 600.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 117.60 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2387 | 26.98 | 2369 | 27.20 | 5755 | 29.80 | 5769 | 29.72 |
| 17.0 | 2317 | 27.84 | 2300 | 28.05 | 5626 | 30.52 | 5636 | 30.46 |
| 21.0 | 2300 | 28.05 | 2283 | 28.26 | 5595 | 30.69 | 5604 | 30.64 |
| 60.0 | 2155 | 30.03 | 2140 | 30.25 | 5315 | 32.40 | 5317 | 32.39 |
| 71.0 | 2118 | 30.57 | 2104 | 30.78 | 5243 | 32.87 | 5244 | 32.87 |

***** VÃO = 700.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 117.60 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 1.0 | 2374 | 37.21 | 2360 | 37.43 | 5860 | 40.13 | 5873 | 40.04 |
| 17.0 | 2322 | 38.08 | 2310 | 38.30 | 5759 | 40.88 | 5769 | 40.81 |
| 21.0 | 2310 | 38.29 | 2298 | 38.51 | 5734 | 41.07 | 5744 | 41.00 |
| 60.0 | 2200 | 40.32 | 2189 | 40.54 | 5510 | 42.86 | 5514 | 42.83 |
| 71.0 | 2172 | 40.88 | 2161 | 41.10 | 5451 | 43.36 | 5454 | 43.33 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 79 de 147 |

LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

| | |
|---------------------------------------|--|
| CABO | CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios |
| TRAÇÃO DE PARTIDA | 2.243,57 kgf, a 21 °C, sem vento, final |
| PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) | 117,6 kgf/m² |

***** VÃO = 800.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 117.60 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 1.0 | 2372 | 49.05 | 2362 | 49.27 | 5952 | 52.05 | 5964 | 51.94 |
| 17.0 | 2333 | 49.92 | 2324 | 50.15 | 5871 | 52.83 | 5881 | 52.73 |
| 21.0 | 2324 | 50.14 | 2314 | 50.36 | 5851 | 53.02 | 5860 | 52.93 |
| 60.0 | 2239 | 52.20 | 2230 | 52.42 | 5669 | 54.88 | 5674 | 54.83 |
| 71.0 | 2216 | 52.77 | 2208 | 52.99 | 5620 | 55.40 | 5625 | 55.35 |

***** VÃO = 900.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 117.60 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 1.0 | 2378 | 62.51 | 2370 | 62.73 | 6037 | 65.57 | 6048 | 65.45 |
| 17.0 | 2348 | 63.38 | 2341 | 63.61 | 5971 | 66.37 | 5980 | 66.26 |
| 21.0 | 2341 | 63.60 | 2333 | 63.83 | 5955 | 66.57 | 5964 | 66.46 |
| 60.0 | 2273 | 65.69 | 2266 | 65.92 | 5805 | 68.49 | 5811 | 68.41 |
| 71.0 | 2255 | 66.27 | 2248 | 66.49 | 5765 | 69.02 | 5770 | 68.95 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 80 de 147 |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

158,9 kgf/m²

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

ACSR Dotterel 176.9 12/7
 PESO UNITÁRIO = 0.657 kgf/m DIÂMETRO = 15.42 mm ÁREA DA SEÇÃO = 141.93 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 1.48E-05 FINAL = 1.53E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
 A0 = 0.00217 A1 = 7.05E-06 A2 = -3.21E-11 A3 = 1.14E-15
 CREEP Y = B.X B = 119600 FINAL Y = C.X + C1 C = 149800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 1165.70 TEMPERATURA DE PARTIDA = 21.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 2.5368 PRESSAO DE VENTO = 158.90 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 21.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 158.90 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 1.0 | 1366 | 5.43 | 1296 | 5.72 | 3268 | 8.80 | 3273 | 8.79 |
| 17.0 | 1256 | 5.91 | 1193 | 6.22 | 3168 | 9.09 | 3160 | 9.11 |
| 21.0 | 1231 | 6.03 | 1170 | 6.34 | 3143 | 9.16 | 3133 | 9.19 |
| 40.0 | 1126 | 6.59 | 1073 | 6.92 | 3032 | 9.50 | 3012 | 9.57 |

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 158.90 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 1.0 | 1291 | 10.24 | 1250 | 10.58 | 3557 | 14.44 | 3584 | 14.33 |
| 17.0 | 1226 | 10.79 | 1187 | 11.15 | 3477 | 14.78 | 3493 | 14.71 |
| 21.0 | 1211 | 10.93 | 1173 | 11.28 | 3458 | 14.86 | 3471 | 14.80 |
| 40.0 | 1145 | 11.56 | 1111 | 11.93 | 3369 | 15.27 | 3372 | 15.25 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 81 de 147 |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

158,9 kgf/m²

***** VÃO = 500.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 158.90 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 1254 | 16.54 | 1228 | 16.90 | 3775 | 21.36 | 3813 | 21.14 |
| 17.0 | 1212 | 17.12 | 1187 | 17.50 | 3711 | 21.74 | 3739 | 21.57 |
| 21.0 | 1203 | 17.26 | 1177 | 17.64 | 3695 | 21.84 | 3721 | 21.68 |
| 40.0 | 1159 | 17.93 | 1134 | 18.33 | 3622 | 22.29 | 3639 | 22.18 |

***** VÃO = 600.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 158.90 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 1236 | 24.28 | 1218 | 24.66 | 3945 | 29.59 | 3987 | 29.27 |
| 17.0 | 1207 | 24.88 | 1189 | 25.27 | 3892 | 30.01 | 3927 | 29.74 |
| 21.0 | 1200 | 25.03 | 1182 | 25.42 | 3879 | 30.12 | 3912 | 29.85 |
| 40.0 | 1169 | 25.73 | 1151 | 26.13 | 3819 | 30.62 | 3844 | 30.41 |

***** VÃO = 700.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 158.90 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 1228 | 33.47 | 1215 | 33.85 | 4083 | 39.17 | 4125 | 38.74 |
| 17.0 | 1207 | 34.08 | 1194 | 34.48 | 4039 | 39.62 | 4075 | 39.25 |
| 21.0 | 1202 | 34.23 | 1188 | 34.63 | 4028 | 39.74 | 4063 | 39.37 |
| 40.0 | 1178 | 34.94 | 1165 | 35.36 | 3977 | 40.27 | 4006 | 39.96 |

***** VÃO = 800.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 158.90 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 1226 | 44.10 | 1215 | 44.49 | 4197 | 50.12 | 4238 | 49.60 |
| 17.0 | 1210 | 44.72 | 1199 | 45.12 | 4160 | 50.60 | 4196 | 50.13 |
| 21.0 | 1206 | 44.87 | 1195 | 45.28 | 4151 | 50.72 | 4186 | 50.26 |
| 40.0 | 1188 | 45.59 | 1177 | 46.02 | 4109 | 51.29 | 4139 | 50.88 |

***** VÃO = 900.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 158.90 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 1227 | 56.18 | 1219 | 56.57 | 4296 | 62.47 | 4335 | 61.87 |
| 17.0 | 1215 | 56.80 | 1206 | 57.21 | 4265 | 62.97 | 4300 | 62.41 |
| 21.0 | 1212 | 56.96 | 1203 | 57.37 | 4257 | 63.09 | 4291 | 62.55 |
| 40.0 | 1197 | 57.69 | 1189 | 58.12 | 4221 | 63.69 | 4251 | 63.20 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 82 de 147 |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

123,1 kgf/m²

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

ACSR Dotterel 176.9 12/7

PESO UNITÁRIO = 0.657 kgf/m DIÂMETRO = 15.42 mm ÁREA DA SEÇÃO = 141.93 mm²

COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 1.48E-05 FINAL = 1.53E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:

INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y² + A3.Y³

A0 = 0.00217 A1 = 7.05E-06 A2 = -3.21E-11 A3 = 1.14E-15

CREEP Y = B.X B = 119600 FINAL Y = C.X + C1 C = 149800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 1165.70 TEMPERATURA DE PARTIDA = 21.00 °C

PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 2.0087 PRESSAO DE VENTO = 123.10 kgf/m²

TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 21.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL

FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL

TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL

FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 123.10 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 1.0 | 1366 | 5.43 | 1296 | 5.72 | 2821 | 8.07 | 2792 | 8.15 |
| 17.0 | 1256 | 5.91 | 1193 | 6.22 | 2716 | 8.38 | 2680 | 8.49 |
| 21.0 | 1231 | 6.03 | 1170 | 6.34 | 2691 | 8.46 | 2654 | 8.58 |
| 40.0 | 1126 | 6.59 | 1073 | 6.92 | 2577 | 8.84 | 2535 | 8.99 |

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 123.10 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 1.0 | 1291 | 10.24 | 1250 | 10.58 | 3020 | 13.44 | 3007 | 13.50 |
| 17.0 | 1226 | 10.79 | 1187 | 11.15 | 2939 | 13.82 | 2921 | 13.91 |
| 21.0 | 1211 | 10.93 | 1173 | 11.28 | 2920 | 13.92 | 2900 | 14.01 |
| 40.0 | 1145 | 11.56 | 1111 | 11.93 | 2831 | 14.36 | 2806 | 14.49 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 83 de 147 |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

123,1 kgf/m²

***** VÃO = 500.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 123.10 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 1254 | 16.54 | 1228 | 16.90 | 3165 | 20.14 | 3161 | 20.16 |
| 17.0 | 1212 | 17.12 | 1187 | 17.50 | 3101 | 20.56 | 3093 | 20.62 |
| 21.0 | 1203 | 17.26 | 1177 | 17.64 | 3086 | 20.67 | 3077 | 20.73 |
| 40.0 | 1159 | 17.93 | 1134 | 18.33 | 3015 | 21.17 | 3001 | 21.27 |

***** VÃO = 600.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 123.10 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 1236 | 24.28 | 1218 | 24.66 | 3275 | 28.17 | 3276 | 28.16 |
| 17.0 | 1207 | 24.88 | 1189 | 25.27 | 3224 | 28.63 | 3222 | 28.65 |
| 21.0 | 1200 | 25.03 | 1182 | 25.42 | 3212 | 28.75 | 3208 | 28.78 |
| 40.0 | 1169 | 25.73 | 1151 | 26.13 | 3154 | 29.29 | 3147 | 29.36 |

***** VÃO = 700.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 123.10 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 1228 | 33.47 | 1215 | 33.85 | 3362 | 37.58 | 3366 | 37.53 |
| 17.0 | 1207 | 34.08 | 1194 | 34.48 | 3321 | 38.07 | 3322 | 38.06 |
| 21.0 | 1202 | 34.23 | 1188 | 34.63 | 3311 | 38.19 | 3311 | 38.19 |
| 40.0 | 1178 | 34.94 | 1165 | 35.36 | 3264 | 38.77 | 3261 | 38.81 |

***** VÃO = 800.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 123.10 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 1226 | 44.10 | 1215 | 44.49 | 3435 | 48.38 | 3440 | 48.31 |
| 17.0 | 1210 | 44.72 | 1199 | 45.12 | 3401 | 48.90 | 3403 | 48.86 |
| 21.0 | 1206 | 44.87 | 1195 | 45.28 | 3393 | 49.03 | 3395 | 48.99 |
| 40.0 | 1188 | 45.59 | 1177 | 46.02 | 3354 | 49.63 | 3353 | 49.64 |

***** VÃO = 900.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 123.10 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 1.0 | 1227 | 56.18 | 1219 | 56.57 | 3498 | 60.60 | 3503 | 60.50 |
| 17.0 | 1215 | 56.80 | 1206 | 57.21 | 3470 | 61.14 | 3473 | 61.07 |
| 21.0 | 1212 | 56.96 | 1203 | 57.37 | 3463 | 61.27 | 3466 | 61.21 |
| 40.0 | 1197 | 57.69 | 1189 | 58.12 | 3430 | 61.90 | 3431 | 61.88 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 84 de 147 |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

158,9 kgf/m²

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

PROJETO: LT 525 KV JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 CD
CABO PARA-RAIOS: OPGW144
TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES

CABO: OPGW44 1 POR FASE
 diâmetro = 14.40 mm coef. dilat.i = 0.00001400 °C-1
 área secção = 120.00 mm² coef. dilat.f = 0.00001400 °C-1
 peso linear = 0.7000 kgf/m mód. elast. i = 13100. kgf/mm²
 carga rupt. = 11310. kgf mód. elast. f = 13100. kgf/mm²

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

| | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| CONDIÇÃO 1 : | CONDIÇÃO 2 : |
| Temperatura = 17.0 °C | Temperatura = 0.0 °C |
| Pressão = 158.90 kgf/m ² | Pressão = 0.00 kgf/m ² |
| Carga = 2.3928 kgf/m | Carga = 0.0000 kgf/m |

CADEIA:

Peso . . . = 0.00 kgf
 Comprimento = 0.00 m
 Área . . . = 0.00 m²

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

| | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| CONDIÇÃO 1 : | CONDIÇÃO 2 : |
| Temperatura = 17.0 °C | Temperatura = 0.0 °C |
| Pressão = 0.00 kgf/m ² | Pressão = 0.00 kgf/m ² |
| Carga = 0.00 kgf | Carga = 0.00 kgf |

TEMPERATURA E D S = 21.0 °C

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

SNC LAVALIN MARTE LTDA: FLECAE-pág 2

PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES

CABO: OPGW44 1 POR FASE

PARTIDA: 1241.8 kgf = 10.98 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
 21.0 °C - ESTADO FINAL, SEM VENTO

| | |
|--|---------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 Folha 85 de 147 |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

158,9 kgf/m²

VÃO = 300.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 1. | 0.00 | 5.24 | 5.24 | 1504.1 | 1506.0 | 1507.8 |
| | 17. | 0.00 | 5.69 | 5.69 | 1383.7 | 1385.7 | 1387.7 |
| | 21. | 0.00 | 5.81 | 5.81 | 1356.6 | 1358.7 | 1360.7 |
| | 40. | 0.00 | 6.34 | 6.35 | 1241.8 | 1244.1 | 1246.3 |
| PV = 158.90 (0.00) | | | | | | | |
| | 17. | 0.00 | 8.45 | 8.45 | 3190.7 | 3200.7 | 3210.8 |
| FINAIS | 1. | 0.00 | 5.81 | 5.81 | 1356.7 | 1358.7 | 1360.7 |
| | 17. | 0.00 | 6.26 | 6.26 | 1258.6 | 1260.8 | 1263.0 |
| | 21. | 0.00 | 6.37 | 6.37 | 1236.4 | 1238.6 | 1240.9 |
| | 40. | 0.00 | 6.90 | 6.90 | 1142.3 | 1144.7 | 1147.1 |
| PV = 158.90 (0.00) | | | | | | | |
| | 17. | 0.00 | 8.82 | 8.83 | 3053.9 | 3064.4 | 3074.9 |

VÃO = 400.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 1. | 0.00 | 10.02 | 10.02 | 1398.1 | 1401.6 | 1405.1 |
| | 17. | 0.00 | 10.55 | 10.55 | 1328.4 | 1332.1 | 1335.8 |
| | 21. | 0.00 | 10.68 | 10.68 | 1312.3 | 1316.0 | 1319.7 |
| | 40. | 0.00 | 11.29 | 11.29 | 1241.9 | 1245.8 | 1249.7 |
| PV = 158.90 (0.00) | | | | | | | |
| | 17. | 0.00 | 13.88 | 13.88 | 3452.3 | 3468.8 | 3485.3 |
| FINAIS | 1. | 0.00 | 10.68 | 10.68 | 1312.3 | 1316.0 | 1319.7 |
| | 17. | 0.00 | 11.19 | 11.19 | 1252.3 | 1256.2 | 1260.1 |
| | 21. | 0.00 | 11.32 | 11.32 | 1238.4 | 1242.3 | 1246.3 |
| | 40. | 0.00 | 11.91 | 11.91 | 1177.2 | 1181.3 | 1185.5 |
| PV = 158.90 (0.00) | | | | | | | |
| | 17. | 0.00 | 14.34 | 14.34 | 3343.9 | 3360.9 | 3378.0 |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

158,9 kgf/m²

VÃO = 500.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 1. | 0.00 | 16.30 | 16.30 | 1343.5 | 1349.2 | 1354.9 |
| | 17. | 0.00 | 16.86 | 16.86 | 1299.2 | 1305.1 | 1311.0 |
| | 21. | 0.00 | 17.00 | 17.00 | 1288.7 | 1294.7 | 1300.6 |
| | 40. | 0.00 | 17.64 | 17.64 | 1241.8 | 1248.0 | 1254.1 |
| PV = 158.90 (0.00) | | | | | | | |
| | 17. | 0.00 | 20.61 | 20.61 | 3636.0 | 3660.4 | 3684.9 |
| FINAIS | 1. | 0.00 | 17.00 | 17.00 | 1288.7 | 1294.7 | 1300.6 |
| | 17. | 0.00 | 17.54 | 17.54 | 1249.0 | 1255.1 | 1261.2 |
| | 21. | 0.00 | 17.68 | 17.68 | 1239.5 | 1245.7 | 1251.8 |
| | 40. | 0.00 | 18.31 | 18.31 | 1197.1 | 1203.5 | 1209.9 |
| PV = 158.90 (0.00) | | | | | | | |
| | 17. | 0.00 | 21.12 | 21.12 | 3548.6 | 3573.6 | 3598.7 |

VÃO = 600.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 1. | 0.00 | 24.04 | 24.04 | 1312.9 | 1321.2 | 1329.6 |
| | 17. | 0.00 | 24.62 | 24.62 | 1282.4 | 1291.0 | 1299.5 |
| | 21. | 0.00 | 24.76 | 24.76 | 1275.1 | 1283.7 | 1292.3 |
| | 40. | 0.00 | 25.43 | 25.43 | 1241.8 | 1250.7 | 1259.5 |
| PV = 158.90 (0.00) | | | | | | | |
| | 17. | 0.00 | 28.67 | 28.67 | 3767.1 | 3801.0 | 3834.9 |
| FINAIS | 1. | 0.00 | 24.76 | 24.76 | 1275.1 | 1283.7 | 1292.3 |
| | 17. | 0.00 | 25.32 | 25.32 | 1246.9 | 1255.7 | 1264.5 |
| | 21. | 0.00 | 25.46 | 25.46 | 1240.2 | 1249.0 | 1257.8 |
| | 40. | 0.00 | 26.11 | 26.11 | 1209.3 | 1218.4 | 1227.4 |
| PV = 158.90 (0.00) | | | | | | | |
| | 17. | 0.00 | 29.23 | 29.23 | 3696.0 | 3730.5 | 3765.0 |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

158,9 kgf/m²

VÃO = 700.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m2] | TEMP [oC] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|----------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 1. | 0.00 | 33.23 | 33.23 | 1294.2 | 1305.7 | 1317.2 |
| | 17. | 0.00 | 33.81 | 33.81 | 1272.0 | 1283.6 | 1295.3 |
| | 21. | 0.00 | 33.96 | 33.96 | 1266.6 | 1278.3 | 1290.1 |
| | 40. | 0.00 | 34.64 | 34.64 | 1241.8 | 1253.8 | 1265.8 |
| PV = 158.90 (0.00) | 17. | 0.00 | 38.09 | 38.09 | 3862.7 | 3907.6 | 3952.4 |
| | FINAIS | | | | | | |
| | 1. | 0.00 | 33.96 | 33.96 | 1266.6 | 1278.3 | 1290.1 |
| | 17. | 0.00 | 34.53 | 34.53 | 1245.7 | 1257.6 | 1269.5 |
| | 21. | 0.00 | 34.67 | 34.67 | 1240.6 | 1252.6 | 1264.5 |
| | 40. | 0.00 | 35.34 | 35.34 | 1217.2 | 1229.4 | 1241.6 |
| PV = 158.90 (0.00) | 17. | 0.00 | 38.68 | 38.68 | 3804.1 | 3849.6 | 3895.2 |

VÃO = 800.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m2] | TEMP [oC] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|----------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 1. | 0.00 | 43.86 | 43.86 | 1282.0 | 1297.1 | 1312.2 |
| | 17. | 0.00 | 44.45 | 44.45 | 1265.1 | 1280.4 | 1295.7 |
| | 21. | 0.00 | 44.59 | 44.59 | 1260.9 | 1276.3 | 1291.7 |
| | 40. | 0.00 | 45.29 | 45.29 | 1241.8 | 1257.4 | 1273.0 |
| PV = 158.90 (0.00) | 17. | 0.00 | 48.90 | 48.90 | 3933.7 | 3991.1 | 4048.5 |
| | FINAIS | | | | | | |
| | 1. | 0.00 | 44.59 | 44.59 | 1260.9 | 1276.3 | 1291.7 |
| | 17. | 0.00 | 45.18 | 45.18 | 1244.8 | 1260.4 | 1275.9 |
| | 21. | 0.00 | 45.32 | 45.32 | 1240.9 | 1256.5 | 1272.1 |
| | 40. | 0.00 | 46.00 | 46.00 | 1222.6 | 1238.4 | 1254.3 |
| PV = 158.90 (0.00) | 17. | 0.00 | 49.52 | 49.52 | 3884.9 | 3943.0 | 4001.0 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 88 de 147 |

LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 21 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

158,9 kgf/m²

VÃO = 900.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 1. | 0.00 | 55.93 | 55.93 | 1273.6 | 1292.8 | 1312.0 |
| | 17. | 0.00 | 56.53 | 56.53 | 1260.3 | 1279.7 | 1299.1 |
| | 21. | 0.00 | 56.68 | 56.68 | 1257.0 | 1276.5 | 1295.9 |
| | 40. | 0.00 | 57.38 | 57.38 | 1241.8 | 1261.5 | 1281.2 |
| PV = 158.90 (0.00) | | | | | | | |
| | 17. | 0.00 | 61.13 | 61.13 | 3987.6 | 4059.0 | 4130.4 |
| FINAIS | 1. | 0.00 | 56.68 | 56.68 | 1257.0 | 1276.5 | 1295.9 |
| | 17. | 0.00 | 57.27 | 57.27 | 1244.2 | 1263.8 | 1283.5 |
| | 21. | 0.00 | 57.42 | 57.42 | 1241.1 | 1260.7 | 1280.4 |
| | 40. | 0.00 | 58.11 | 58.11 | 1226.4 | 1246.3 | 1266.2 |
| PV = 158.90 (0.00) | | | | | | | |
| | 17. | 0.00 | 61.77 | 61.77 | 3946.4 | 4018.5 | 4090.6 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 89 de 147 |

ANEXO 1E – LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

| | |
|--|--|
| CABO | CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios |
| TRAÇÃO DE PARTIDA | 2.243,57 kgf, a 20 °C, sem vento, final |
| PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) | 147,2 kgf/m² |

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

CAL_1120 1010 61 fios
 PESO UNITÁRIO = 1.405 kgf/m DIÂMETRO = 29.34 mm ÁREA DA SEÇÃO = 509.16 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 2.3E-05 FINAL = 2.3E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
 A0 = -0.0217 A1 = 1.46E-05 A2 = -3.01E-10 A3 = 1.21E-14
 CREEP Y = B.X B = 88800 FINAL Y = C.X + C1 C = 88800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 2243.57 TEMPERATURA DE PARTIDA = 20.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 4.5416 PRESSAO DE VENTO = 147.20 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANÇA DE ESTADO = 20.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | SEM VENTO | | | | PRESSÃO DE VENTO: 147.20 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 2659 | 5.97 | 2585 | 6.14 | 5940 | 8.67 | 5995 | 8.59 |
| 16.0 | 2374 | 6.69 | 2312 | 6.87 | 5639 | 9.14 | 5666 | 9.09 |
| 20.0 | 2313 | 6.87 | 2253 | 7.05 | 5568 | 9.26 | 5590 | 9.22 |
| 60.0 | 1864 | 8.55 | 1824 | 8.73 | 4951 | 10.44 | 4944 | 10.45 |
| 71.0 | 1776 | 8.97 | 1740 | 9.16 | 4807 | 10.76 | 4796 | 10.78 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 90 de 147 |

LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

147,2 kgf/m²

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 147.20 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 0.0 | 2496 | 11.34 | 2453 | 11.54 | 6321 | 14.55 | 6387 | 14.39 |
| 16.0 | 2334 | 12.14 | 2296 | 12.35 | 6094 | 15.10 | 6140 | 14.99 |
| 20.0 | 2298 | 12.34 | 2261 | 12.54 | 6041 | 15.24 | 6082 | 15.14 |
| 60.0 | 2003 | 14.20 | 1975 | 14.40 | 5555 | 16.61 | 5568 | 16.58 |
| 71.0 | 1938 | 14.68 | 1913 | 14.88 | 5438 | 16.99 | 5445 | 16.96 |

***** VÃO = 500.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 147.20 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 0.0 | 2422 | 18.36 | 2395 | 18.57 | 6595 | 21.91 | 6661 | 21.68 |
| 16.0 | 2319 | 19.19 | 2294 | 19.41 | 6420 | 22.52 | 6471 | 22.34 |
| 20.0 | 2295 | 19.40 | 2271 | 19.61 | 6378 | 22.68 | 6426 | 22.50 |
| 60.0 | 2090 | 21.36 | 2071 | 21.57 | 5992 | 24.21 | 6016 | 24.10 |
| 71.0 | 2043 | 21.88 | 2024 | 22.09 | 5895 | 24.62 | 5915 | 24.53 |

***** VÃO = 600.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 147.20 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 0.0 | 2387 | 26.98 | 2369 | 27.20 | 6803 | 30.78 | 6864 | 30.49 |
| 16.0 | 2317 | 27.84 | 2300 | 28.05 | 6666 | 31.45 | 6716 | 31.20 |
| 20.0 | 2300 | 28.05 | 2283 | 28.26 | 6632 | 31.61 | 6680 | 31.37 |
| 60.0 | 2151 | 30.08 | 2137 | 30.29 | 6320 | 33.26 | 6350 | 33.10 |
| 71.0 | 2115 | 30.62 | 2101 | 30.83 | 6241 | 33.71 | 6267 | 33.56 |

***** VÃO = 700.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 147.20 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 0.0 | 2374 | 37.21 | 2360 | 37.43 | 6971 | 41.19 | 7025 | 40.85 |
| 16.0 | 2322 | 38.08 | 2310 | 38.30 | 6860 | 41.90 | 6907 | 41.60 |
| 20.0 | 2310 | 38.29 | 2298 | 38.51 | 6834 | 42.08 | 6879 | 41.78 |
| 60.0 | 2198 | 40.37 | 2187 | 40.59 | 6579 | 43.83 | 6611 | 43.60 |
| 71.0 | 2170 | 40.93 | 2159 | 41.15 | 6514 | 44.30 | 6542 | 44.09 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 91 de 147 |

LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

147,2 kgf/m²

***** VÃO = 800.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 147.20 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 2372 | 49.05 | 2362 | 49.27 | 7114 | 53.18 | 7161 | 52.79 |
| 16.0 | 2333 | 49.92 | 2324 | 50.15 | 7024 | 53.92 | 7066 | 53.57 |
| 20.0 | 2324 | 50.14 | 2314 | 50.36 | 7002 | 54.10 | 7043 | 53.76 |
| 60.0 | 2237 | 52.25 | 2228 | 52.48 | 6792 | 55.93 | 6823 | 55.65 |
| 71.0 | 2214 | 52.82 | 2206 | 53.04 | 6737 | 56.43 | 6766 | 56.17 |

***** VÃO = 900.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 147.20 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 2378 | 62.51 | 2370 | 62.73 | 7241 | 66.76 | 7283 | 66.33 |
| 16.0 | 2348 | 63.38 | 2341 | 63.61 | 7167 | 67.52 | 7205 | 67.13 |
| 20.0 | 2341 | 63.60 | 2333 | 63.83 | 7149 | 67.71 | 7186 | 67.33 |
| 60.0 | 2271 | 65.75 | 2264 | 65.97 | 6974 | 69.61 | 7004 | 69.28 |
| 71.0 | 2253 | 66.32 | 2247 | 66.55 | 6929 | 70.12 | 6956 | 69.81 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 92 de 147 |

LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

| | |
|---------------------------------------|--|
| CABO | CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios |
| TRAÇÃO DE PARTIDA | 2.243,57 kgf, a 20 °C, sem vento, final |
| PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) | 114,0 kgf/m² |

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

CAL_1120 1010 61 fios
 PESO UNITÁRIO = 1.405 kgf/m DIÂMETRO = 29.34 mm ÁREA DA SEÇÃO = 509.16 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 2.3E-05 FINAL = 2.3E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
 A0 = -0.0217 A1 = 1.46E-05 A2 = -3.01E-10 A3 = 1.21E-14
 CREEP Y = B.X B = 88800 FINAL Y = C.X + C1 C = 88800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 2243.57 TEMPERATURA DE PARTIDA = 20.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 3.6279 PRESSAO DE VENTO = 114.00 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 20.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 114.00 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|------|------|------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 0.0 | 2659 | 5.97 | 2585 | 6.14 | 5119 | 8.03 | 5117 | 8.03 |
| 16.0 | 2374 | 6.69 | 2312 | 6.87 | 4812 | 8.55 | 4796 | 8.57 |
| 20.0 | 2313 | 6.87 | 2253 | 7.05 | 4741 | 8.68 | 4723 | 8.71 |
| 60.0 | 1864 | 8.55 | 1824 | 8.73 | 4141 | 9.96 | 4114 | 10.02 |
| 71.0 | 1776 | 8.97 | 1740 | 9.16 | 4005 | 10.30 | 3978 | 10.37 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 93 de 147 |

LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

114,0 kgf/m²

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 114.00 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 0.0 | 2496 | 11.34 | 2453 | 11.54 | 5346 | 13.72 | 5353 | 13.70 |
| 16.0 | 2334 | 12.14 | 2296 | 12.35 | 5124 | 14.33 | 5122 | 14.34 |
| 20.0 | 2298 | 12.34 | 2261 | 12.54 | 5071 | 14.48 | 5068 | 14.49 |
| 60.0 | 2003 | 14.20 | 1975 | 14.40 | 4611 | 15.97 | 4598 | 16.02 |
| 71.0 | 1938 | 14.68 | 1913 | 14.88 | 4502 | 16.37 | 4488 | 16.42 |

***** VÃO = 500.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 114.00 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 0.0 | 2422 | 18.36 | 2395 | 18.57 | 5505 | 20.93 | 5515 | 20.89 |
| 16.0 | 2319 | 19.19 | 2294 | 19.41 | 5339 | 21.61 | 5343 | 21.59 |
| 20.0 | 2295 | 19.40 | 2271 | 19.61 | 5299 | 21.77 | 5302 | 21.76 |
| 60.0 | 2090 | 21.36 | 2071 | 21.57 | 4941 | 23.41 | 4936 | 23.44 |
| 71.0 | 2043 | 21.88 | 2024 | 22.09 | 4854 | 23.85 | 4847 | 23.89 |

***** VÃO = 600.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 114.00 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 0.0 | 2387 | 26.98 | 2369 | 27.20 | 5625 | 29.69 | 5635 | 29.63 |
| 16.0 | 2317 | 27.84 | 2300 | 28.05 | 5498 | 30.41 | 5504 | 30.37 |
| 20.0 | 2300 | 28.05 | 2283 | 28.26 | 5467 | 30.59 | 5473 | 30.55 |
| 60.0 | 2151 | 30.08 | 2137 | 30.29 | 5184 | 32.34 | 5184 | 32.35 |
| 71.0 | 2115 | 30.62 | 2101 | 30.83 | 5113 | 32.82 | 5112 | 32.83 |

***** VÃO = 700.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 114.00 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|-------|------|-------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 0.0 | 2374 | 37.21 | 2360 | 37.43 | 5723 | 40.01 | 5733 | 39.94 |
| 16.0 | 2322 | 38.08 | 2310 | 38.30 | 5623 | 40.76 | 5630 | 40.71 |
| 20.0 | 2310 | 38.29 | 2298 | 38.51 | 5599 | 40.95 | 5606 | 40.90 |
| 60.0 | 2198 | 40.37 | 2187 | 40.59 | 5373 | 42.80 | 5375 | 42.78 |
| 71.0 | 2170 | 40.93 | 2159 | 41.15 | 5315 | 43.30 | 5316 | 43.29 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 94 de 147 |

LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

114,0 kgf/m²

***** VÃO = 800.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 114.00 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 2372 | 49.05 | 2362 | 49.27 | 5810 | 51.92 | 5818 | 51.83 |
| 16.0 | 2333 | 49.92 | 2324 | 50.15 | 5730 | 52.70 | 5737 | 52.63 |
| 20.0 | 2324 | 50.14 | 2314 | 50.36 | 5710 | 52.90 | 5717 | 52.83 |
| 60.0 | 2237 | 52.25 | 2228 | 52.48 | 5527 | 54.81 | 5530 | 54.78 |
| 71.0 | 2214 | 52.82 | 2206 | 53.04 | 5479 | 55.33 | 5481 | 55.31 |

***** VÃO = 900.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 114.00 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 2378 | 62.51 | 2370 | 62.73 | 5890 | 65.43 | 5898 | 65.34 |
| 16.0 | 2348 | 63.38 | 2341 | 63.61 | 5825 | 66.24 | 5832 | 66.15 |
| 20.0 | 2341 | 63.60 | 2333 | 63.83 | 5810 | 66.44 | 5816 | 66.36 |
| 60.0 | 2271 | 65.75 | 2264 | 65.97 | 5658 | 68.41 | 5662 | 68.36 |
| 71.0 | 2253 | 66.32 | 2247 | 66.55 | 5619 | 68.95 | 5622 | 68.90 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 95 de 147 |

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

154,4 kgf/m²

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

ACSR Dotterel 176.9 12/7
 PESO UNITÁRIO = 0.657 kgf/m DIÂMETRO = 15.42 mm ÁREA DA SEÇÃO = 141.93 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 1.48E-05 FINAL = 1.53E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y² + A3.Y³
 A0 = 0.00217 A1 = 7.05E-06 A2 = -3.21E-11 A3 = 1.14E-15
 CREEP Y = B.X B = 119600 FINAL Y = C.X + C1 C = 149800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 1165.70 TEMPERATURA DE PARTIDA = 20.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 2.4698 PRESSAO DE VENTO = 154.40 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 20.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 154.40 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 1366 | 5.43 | 1296 | 5.72 | 3214 | 8.71 | 3214 | 8.71 |
| 16.0 | 1256 | 5.91 | 1193 | 6.22 | 3113 | 9.00 | 3101 | 9.03 |
| 20.0 | 1231 | 6.03 | 1170 | 6.34 | 3088 | 9.07 | 3075 | 9.12 |
| 40.0 | 1122 | 6.62 | 1069 | 6.95 | 2971 | 9.44 | 2947 | 9.52 |

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 154.40 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 1291 | 10.24 | 1250 | 10.58 | 3492 | 14.32 | 3513 | 14.23 |
| 16.0 | 1226 | 10.79 | 1187 | 11.15 | 3412 | 14.66 | 3423 | 14.61 |
| 20.0 | 1211 | 10.93 | 1173 | 11.28 | 3393 | 14.74 | 3401 | 14.71 |
| 40.0 | 1142 | 11.59 | 1108 | 11.96 | 3299 | 15.18 | 3297 | 15.18 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 96 de 147 |

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

154,4 kgf/m²

***** VÃO = 500.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 154.40 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1254 | 16.54 | 1228 | 16.90 | 3701 | 21.20 | 3732 | 21.02 |
| 16.0 | 1212 | 17.12 | 1187 | 17.50 | 3636 | 21.59 | 3659 | 21.45 |
| 20.0 | 1203 | 17.26 | 1177 | 17.64 | 3621 | 21.69 | 3642 | 21.56 |
| 40.0 | 1156 | 17.97 | 1132 | 18.36 | 3544 | 22.18 | 3556 | 22.10 |

***** VÃO = 600.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 154.40 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1236 | 24.28 | 1218 | 24.66 | 3864 | 29.41 | 3899 | 29.13 |
| 16.0 | 1207 | 24.88 | 1189 | 25.27 | 3811 | 29.84 | 3839 | 29.60 |
| 20.0 | 1200 | 25.03 | 1182 | 25.42 | 3798 | 29.95 | 3825 | 29.72 |
| 40.0 | 1167 | 25.76 | 1150 | 26.17 | 3735 | 30.48 | 3754 | 30.31 |

***** VÃO = 700.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 154.40 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1228 | 33.47 | 1215 | 33.85 | 3994 | 38.97 | 4031 | 38.60 |
| 16.0 | 1207 | 34.08 | 1194 | 34.48 | 3951 | 39.42 | 3981 | 39.10 |
| 20.0 | 1202 | 34.23 | 1188 | 34.63 | 3940 | 39.54 | 3969 | 39.23 |
| 40.0 | 1177 | 34.98 | 1164 | 35.40 | 3887 | 40.11 | 3911 | 39.85 |

***** VÃO = 800.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 154.40 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1226 | 44.10 | 1215 | 44.49 | 4104 | 49.90 | 4139 | 49.44 |
| 16.0 | 1210 | 44.72 | 1199 | 45.12 | 4067 | 50.38 | 4098 | 49.97 |
| 20.0 | 1206 | 44.87 | 1195 | 45.28 | 4058 | 50.50 | 4088 | 50.11 |
| 40.0 | 1187 | 45.63 | 1176 | 46.06 | 4014 | 51.10 | 4038 | 50.76 |

***** VÃO = 900.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 154.40 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1227 | 56.18 | 1219 | 56.57 | 4198 | 62.22 | 4231 | 61.70 |
| 16.0 | 1215 | 56.80 | 1206 | 57.21 | 4167 | 62.73 | 4196 | 62.25 |
| 20.0 | 1212 | 56.96 | 1203 | 57.37 | 4159 | 62.86 | 4188 | 62.39 |
| 40.0 | 1197 | 57.73 | 1188 | 58.16 | 4122 | 63.49 | 4146 | 63.07 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 97 de 147 |

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

119,5 kgf/m²

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

ACSR Dotterel 176.9 12/7

PESO UNITÁRIO = 0.657 kgf/m DIÂMETRO = 15.42 mm ÁREA DA SEÇÃO = 141.93 mm²

COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 1.48E-05 FINAL = 1.53E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:

INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y² + A3.Y³

A0 = 0.00217 A1 = 7.05E-06 A2 = -3.21E-11 A3 = 1.14E-15

CREEP Y = B.X B = 119600 FINAL Y = C.X + C1 C = 149800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 1165.70 TEMPERATURA DE PARTIDA = 20.00 °C

PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 1.9563 PRESSAO DE VENTO = 119.50 kgf/m²

TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 20.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL

FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL

TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL

FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 119.50 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 1366 | 5.43 | 1296 | 5.72 | 2774 | 7.99 | 2742 | 8.08 |
| 16.0 | 1256 | 5.91 | 1193 | 6.22 | 2668 | 8.31 | 2630 | 8.43 |
| 20.0 | 1231 | 6.03 | 1170 | 6.34 | 2643 | 8.39 | 2604 | 8.52 |
| 40.0 | 1122 | 6.62 | 1069 | 6.95 | 2524 | 8.79 | 2480 | 8.95 |

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 119.50 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 1291 | 10.24 | 1250 | 10.58 | 2963 | 13.34 | 2948 | 13.41 |
| 16.0 | 1226 | 10.79 | 1187 | 11.15 | 2882 | 13.72 | 2862 | 13.83 |
| 20.0 | 1211 | 10.93 | 1173 | 11.28 | 2863 | 13.82 | 2841 | 13.93 |
| 40.0 | 1142 | 11.59 | 1108 | 11.96 | 2770 | 14.29 | 2743 | 14.44 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 98 de 147 |

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

119,5 kgf/m²

***** VÃO = 500.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 119.50 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1254 | 16.54 | 1228 | 16.90 | 3101 | 20.01 | 3094 | 20.05 |
| 16.0 | 1212 | 17.12 | 1187 | 17.50 | 3038 | 20.44 | 3027 | 20.52 |
| 20.0 | 1203 | 17.26 | 1177 | 17.64 | 3022 | 20.55 | 3010 | 20.63 |
| 40.0 | 1156 | 17.97 | 1132 | 18.36 | 2948 | 21.08 | 2932 | 21.20 |

***** VÃO = 600.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 119.50 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1236 | 24.28 | 1218 | 24.66 | 3205 | 28.03 | 3203 | 28.04 |
| 16.0 | 1207 | 24.88 | 1189 | 25.27 | 3154 | 28.50 | 3150 | 28.54 |
| 20.0 | 1200 | 25.03 | 1182 | 25.42 | 3142 | 28.61 | 3136 | 28.67 |
| 40.0 | 1167 | 25.76 | 1150 | 26.17 | 3082 | 29.19 | 3073 | 29.28 |

***** VÃO = 700.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 119.50 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1228 | 33.47 | 1215 | 33.85 | 3287 | 37.42 | 3289 | 37.41 |
| 16.0 | 1207 | 34.08 | 1194 | 34.48 | 3247 | 37.92 | 3245 | 37.94 |
| 20.0 | 1202 | 34.23 | 1188 | 34.63 | 3237 | 38.04 | 3234 | 38.07 |
| 40.0 | 1177 | 34.98 | 1164 | 35.40 | 3188 | 38.66 | 3183 | 38.72 |

***** VÃO = 800.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 119.50 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1226 | 44.10 | 1215 | 44.49 | 3356 | 48.21 | 3359 | 48.17 |
| 16.0 | 1210 | 44.72 | 1199 | 45.12 | 3323 | 48.73 | 3323 | 48.73 |
| 20.0 | 1206 | 44.87 | 1195 | 45.28 | 3314 | 48.86 | 3314 | 48.86 |
| 40.0 | 1187 | 45.63 | 1176 | 46.06 | 3274 | 49.51 | 3272 | 49.55 |

***** VÃO = 900.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 119.50 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1227 | 56.18 | 1219 | 56.57 | 3416 | 60.42 | 3419 | 60.36 |
| 16.0 | 1215 | 56.80 | 1206 | 57.21 | 3388 | 60.96 | 3390 | 60.93 |
| 20.0 | 1212 | 56.96 | 1203 | 57.37 | 3381 | 61.09 | 3382 | 61.08 |
| 40.0 | 1197 | 57.73 | 1188 | 58.16 | 3348 | 61.76 | 3347 | 61.78 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 99 de 147 |

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

CABO **3/8" EAR**
TRAÇÃO DE PARTIDA **722,25 kgf, a 20 °C, sem vento, final**
PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) **154,4 kgf/m²**

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

ACO Para-raios 3/8 7 fios
 PESO UNITÁRIO = 0.407 kgf/m DIÂMETRO = 9.144 mm ÁREA DA SEÇÃO = 51.08 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 1.15E-05 FINAL = 1.15E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
 A0 = -0.000957 A1 = 3.92E-06 A2 = -5.5E-12 A3 = 7.96E-17
 CREEP Y = B.X B = 249000 FINAL Y = C.X + C1 C = 258800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 722.25 TEMPERATURA DE PARTIDA = 20.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 1.4693 PRESSAO DE VENTO = 154.40 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 20.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 154.40 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 794 | 5.78 | 782 | 5.88 | 1930 | 8.63 | 1916 | 8.69 |
| 16.0 | 746 | 6.16 | 735 | 6.25 | 1878 | 8.88 | 1864 | 8.94 |
| 20.0 | 735 | 6.25 | 725 | 6.34 | 1865 | 8.94 | 1852 | 9.00 |
| 40.0 | 685 | 6.71 | 676 | 6.80 | 1805 | 9.24 | 1792 | 9.31 |

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 154.40 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 769 | 10.65 | 762 | 10.76 | 2104 | 14.13 | 2095 | 14.19 |
| 16.0 | 740 | 11.08 | 734 | 11.18 | 2062 | 14.42 | 2054 | 14.48 |
| 20.0 | 733 | 11.18 | 727 | 11.28 | 2052 | 14.49 | 2044 | 14.56 |
| 40.0 | 701 | 11.70 | 696 | 11.79 | 2004 | 14.85 | 1995 | 14.92 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 100 de 147 |

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

CABO

3/8" EAR

TRAÇÃO DE PARTIDA

722,25 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

154,4 kgf/m²

***** VÃO = 500.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 154.40 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 757 | 16.97 | 753 | 17.08 | 2231 | 20.92 | 2226 | 20.97 |
| 16.0 | 738 | 17.42 | 734 | 17.53 | 2198 | 21.24 | 2192 | 21.30 |
| 20.0 | 734 | 17.53 | 729 | 17.64 | 2190 | 21.32 | 2184 | 21.38 |
| 40.0 | 712 | 18.08 | 708 | 18.18 | 2151 | 21.73 | 2145 | 21.79 |

***** VÃO = 600.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 154.40 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 752 | 24.73 | 749 | 24.85 | 2328 | 29.02 | 2325 | 29.06 |
| 16.0 | 739 | 25.19 | 736 | 25.30 | 2301 | 29.38 | 2298 | 29.42 |
| 20.0 | 736 | 25.31 | 733 | 25.42 | 2294 | 29.47 | 2291 | 29.51 |
| 40.0 | 720 | 25.87 | 717 | 25.98 | 2262 | 29.91 | 2258 | 29.96 |

***** VÃO = 700.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 154.40 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 751 | 33.93 | 748 | 34.04 | 2404 | 38.49 | 2403 | 38.52 |
| 16.0 | 741 | 34.40 | 739 | 34.51 | 2382 | 38.86 | 2380 | 38.90 |
| 20.0 | 739 | 34.51 | 736 | 34.63 | 2377 | 38.96 | 2375 | 38.99 |
| 40.0 | 727 | 35.09 | 725 | 35.20 | 2350 | 39.43 | 2348 | 39.47 |

***** VÃO = 800.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 154.40 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 752 | 44.56 | 750 | 44.68 | 2467 | 49.33 | 2466 | 49.35 |
| 16.0 | 744 | 45.04 | 743 | 45.15 | 2449 | 49.73 | 2448 | 49.75 |
| 20.0 | 742 | 45.16 | 741 | 45.27 | 2444 | 49.83 | 2443 | 49.85 |
| 40.0 | 733 | 45.75 | 732 | 45.86 | 2422 | 50.32 | 2421 | 50.35 |

***** VÃO = 900.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 154.40 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 754 | 56.64 | 753 | 56.76 | 2521 | 61.59 | 2521 | 61.60 |
| 16.0 | 748 | 57.13 | 747 | 57.24 | 2506 | 62.00 | 2505 | 62.01 |
| 20.0 | 747 | 57.25 | 746 | 57.36 | 2502 | 62.10 | 2501 | 62.12 |
| 40.0 | 740 | 57.84 | 739 | 57.96 | 2483 | 62.62 | 2482 | 62.64 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 101 de 147 |

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

154,4 kgf/m²

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

PROJETO: LT 525 KV ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU CS

CABO PARA-RAIOS: OPGW144

TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES

| | | |
|--------------------------------------|--|------------|
| CABO: OPGW44 | | 1 POR FASE |
| diâmetro = 14.40 mm | coef. dilat.i = 0.00001400 °C-1 | |
| área secção = 120.00 mm ² | coef. dilat.f = 0.00001400 °C-1 | |
| peso linear = 0.7000 kgf/m | mód. elast. i = 13100. kgf/mm ² | |
| carga rupt. = 11310. kgf | mód. elast. f = 13100. kgf/mm ² | |

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

| | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| CONDIÇÃO 1 : | CONDIÇÃO 2 : |
| Temperatura = 16.0 °C | Temperatura = 0.0 °C |
| Pressão = 154.40 kgf/m ² | Pressão = 0.00 kgf/m ² |
| Carga = 2.3310 kgf/m | Carga = 0.0000 kgf/m |

CADEIA:

| |
|----------------------------------|
| Peso . . . = 0.00 kgf |
| Comprimento = 0.00 m |
| Área . . . = 0.00 m ² |

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

| | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| CONDIÇÃO 1 : | CONDIÇÃO 2 : |
| Temperatura = 16.0 °C | Temperatura = 0.0 °C |
| Pressão = 0.00 kgf/m ² | Pressão = 0.00 kgf/m ² |
| Carga = 0.00 kgf | Carga = 0.00 kgf |

TEMPERATURA E D S = 20.0 °C

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES

CABO: OPGW44 1 POR FASE

PARTIDA: 1241.8 kgf = 10.98 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
20.0 °C - ESTADO FINAL, SEM VENTO

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

154,4 kgf/m²

VÃO = 300.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 0. | 0.00 | 5.21 | 5.21 | 1512.4 | 1514.2 | 1516.0 |
| | 16. | 0.00 | 5.67 | 5.67 | 1390.7 | 1392.7 | 1394.7 |
| | 20. | 0.00 | 5.78 | 5.78 | 1363.3 | 1365.3 | 1367.3 |
| | 40. | 0.00 | 6.34 | 6.35 | 1241.9 | 1244.1 | 1246.3 |
| PV = 154.40 (0.00) | 16. | 0.00 | 8.35 | 8.35 | 3141.9 | 3151.6 | 3161.3 |
| | 0. | 0.00 | 5.78 | 5.78 | 1363.4 | 1365.4 | 1367.4 |
| FINAIS | 16. | 0.00 | 6.23 | 6.23 | 1264.2 | 1266.4 | 1268.6 |
| | 20. | 0.00 | 6.34 | 6.35 | 1241.9 | 1244.1 | 1246.3 |
| | 40. | 0.00 | 6.90 | 6.90 | 1142.3 | 1144.7 | 1147.1 |
| | 16. | 0.00 | 8.74 | 8.74 | 3004.6 | 3014.8 | 3024.9 |

VÃO = 400.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 0. | 0.00 | 9.99 | 9.99 | 1402.7 | 1406.2 | 1409.7 |
| | 16. | 0.00 | 10.52 | 10.52 | 1332.5 | 1336.2 | 1339.9 |
| | 20. | 0.00 | 10.65 | 10.65 | 1316.3 | 1320.0 | 1323.7 |
| | 40. | 0.00 | 11.29 | 11.29 | 1241.8 | 1245.8 | 1249.7 |
| PV = 154.40 (0.00) | 16. | 0.00 | 13.77 | 13.77 | 3391.2 | 3407.2 | 3423.1 |
| | 0. | 0.00 | 10.65 | 10.65 | 1316.3 | 1320.0 | 1323.7 |
| FINAIS | 16. | 0.00 | 11.16 | 11.16 | 1255.9 | 1259.8 | 1263.7 |
| | 20. | 0.00 | 11.29 | 11.29 | 1241.8 | 1245.8 | 1249.7 |
| | 40. | 0.00 | 11.91 | 11.91 | 1177.2 | 1181.3 | 1185.5 |
| | 16. | 0.00 | 14.22 | 14.22 | 3282.9 | 3299.3 | 3315.8 |

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

154,4 kgf/m²

VÃO = 500.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 0. | 0.00 | 16.27 | 16.27 | 1346.4 | 1352.1 | 1357.7 |
| | 16. | 0.00 | 16.83 | 16.83 | 1301.9 | 1307.7 | 1313.6 |
| | 20. | 0.00 | 16.97 | 16.97 | 1291.3 | 1297.2 | 1303.1 |
| | 40. | 0.00 | 17.64 | 17.64 | 1241.9 | 1248.0 | 1254.1 |
| PV = 154.40 (0.00) | 16. | 0.00 | 20.48 | 20.48 | 3565.3 | 3588.9 | 3612.6 |
| | 0. | 0.00 | 16.97 | 16.97 | 1291.4 | 1297.3 | 1303.2 |
| FINAIS | 16. | 0.00 | 17.51 | 17.51 | 1251.4 | 1257.4 | 1263.5 |
| | 20. | 0.00 | 17.64 | 17.64 | 1241.8 | 1248.0 | 1254.1 |
| | 40. | 0.00 | 18.31 | 18.31 | 1197.1 | 1203.5 | 1209.9 |
| | 16. | 0.00 | 20.99 | 20.99 | 3478.4 | 3502.6 | 3526.9 |

VÃO = 600.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 0. | 0.00 | 24.01 | 24.01 | 1314.8 | 1323.2 | 1331.5 |
| | 16. | 0.00 | 24.58 | 24.58 | 1284.3 | 1292.8 | 1301.3 |
| | 20. | 0.00 | 24.72 | 24.72 | 1276.9 | 1285.5 | 1294.1 |
| | 40. | 0.00 | 25.43 | 25.43 | 1241.9 | 1250.7 | 1259.5 |
| PV = 154.40 (0.00) | 16. | 0.00 | 28.52 | 28.52 | 3689.2 | 3722.0 | 3754.8 |
| | 0. | 0.00 | 24.72 | 24.72 | 1276.9 | 1285.5 | 1294.1 |
| FINAIS | 16. | 0.00 | 25.29 | 25.29 | 1248.7 | 1257.4 | 1266.2 |
| | 20. | 0.00 | 25.43 | 25.43 | 1241.8 | 1250.7 | 1259.5 |
| | 40. | 0.00 | 26.11 | 26.11 | 1209.3 | 1218.4 | 1227.4 |
| | 16. | 0.00 | 29.08 | 29.08 | 3618.7 | 3652.1 | 3685.6 |

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

154,4 kgf/m²

VÃO = 700.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 0. | 0.00 | 33.19 | 33.19 | 1295.6 | 1307.1 | 1318.6 |
| | 16. | 0.00 | 33.78 | 33.78 | 1273.3 | 1285.0 | 1296.7 |
| | 20. | 0.00 | 33.92 | 33.92 | 1267.9 | 1279.6 | 1291.4 |
| | 40. | 0.00 | 34.64 | 34.64 | 1241.8 | 1253.8 | 1265.8 |
| PV = 154.40 (0.00) | 0. | | | | | | |
| | 16. | 0.00 | 37.93 | 37.93 | 3779.1 | 3822.6 | 3866.1 |
| FINAIS | 0. | 0.00 | 33.92 | 33.92 | 1267.9 | 1279.6 | 1291.4 |
| | 16. | 0.00 | 34.49 | 34.49 | 1246.9 | 1258.9 | 1270.8 |
| | 20. | 0.00 | 34.64 | 34.64 | 1241.8 | 1253.8 | 1265.8 |
| | 40. | 0.00 | 35.34 | 35.34 | 1217.2 | 1229.4 | 1241.6 |
| PV = 154.40 (0.00) | 0. | | | | | | |
| | 16. | 0.00 | 38.52 | 38.52 | 3721.1 | 3765.3 | 3809.5 |

VÃO = 800.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 0. | 0.00 | 43.82 | 43.82 | 1283.1 | 1298.2 | 1313.3 |
| | 16. | 0.00 | 44.41 | 44.41 | 1266.1 | 1281.4 | 1296.7 |
| | 20. | 0.00 | 44.56 | 44.56 | 1262.0 | 1277.3 | 1292.7 |
| | 40. | 0.00 | 45.29 | 45.29 | 1241.8 | 1257.4 | 1273.0 |
| PV = 154.40 (0.00) | 0. | | | | | | |
| | 16. | 0.00 | 48.73 | 48.73 | 3845.7 | 3901.4 | 3957.1 |
| FINAIS | 0. | 0.00 | 44.56 | 44.56 | 1262.0 | 1277.3 | 1292.7 |
| | 16. | 0.00 | 45.14 | 45.14 | 1245.8 | 1261.3 | 1276.9 |
| | 20. | 0.00 | 45.29 | 45.29 | 1241.8 | 1257.4 | 1273.0 |
| | 40. | 0.00 | 46.00 | 46.00 | 1222.6 | 1238.4 | 1254.3 |
| PV = 154.40 (0.00) | 0. | | | | | | |
| | 16. | 0.00 | 49.35 | 49.35 | 3797.5 | 3853.9 | 3910.3 |

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

154,4 kgf/m²

VÃO = 900.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 0. | 0.00 | 55.90 | 55.90 | 1274.4 | 1293.6 | 1312.8 |
| | 16. | 0.00 | 56.49 | 56.49 | 1261.1 | 1280.5 | 1299.9 |
| | 20. | 0.00 | 56.64 | 56.64 | 1257.8 | 1277.3 | 1296.7 |
| | 40. | 0.00 | 57.38 | 57.38 | 1241.8 | 1261.5 | 1281.2 |
| PV = 154.40 (0.00) | | | | | | | |
| | 16. | 0.00 | 60.94 | 60.94 | 3896.1 | 3965.4 | 4034.8 |
| FINAIS | 0. | 0.00 | 56.64 | 56.64 | 1257.8 | 1277.3 | 1296.7 |
| | 16. | 0.00 | 57.23 | 57.23 | 1245.0 | 1264.6 | 1284.2 |
| | 20. | 0.00 | 57.38 | 57.38 | 1241.8 | 1261.5 | 1281.2 |
| | 40. | 0.00 | 58.11 | 58.11 | 1226.4 | 1246.3 | 1266.2 |
| PV = 154.40 (0.00) | | | | | | | |
| | 16. | 0.00 | 61.59 | 61.59 | 3855.5 | 3925.5 | 3995.6 |

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

CABO

OPGW2

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.210,21 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

154,4 kgf/m²

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

OPGW OPGW134 fios
PESO UNITÁRIO = 0.682 kgf/m DIÂMETRO = 13.4 mm ÁREA DA SEÇÃO = 103 mm²
COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 1.32E-05 FINAL = 1.32E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
A0 = 0 A1 = 5.71E-06 A2 = 0 A3 = 0
CREEP Y = B.X B = 172900 FINAL Y = C.X + C1 C = 194600

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 1210.21 TEMPERATURA DE PARTIDA = 20.00 °C
PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 2.1785 PRESSAO DE VENTO = 154.40 kgf/m²
TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 20.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 154.40 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 1324 | 5.82 | 1322 | 5.82 | 2861 | 8.63 | 2913 | 8.48 |
| 16.0 | 1239 | 6.22 | 1235 | 6.24 | 2774 | 8.91 | 2820 | 8.76 |
| 20.0 | 1219 | 6.32 | 1215 | 6.34 | 2753 | 8.98 | 2797 | 8.83 |
| 40.0 | 1131 | 6.82 | 1125 | 6.86 | 2653 | 9.32 | 2691 | 9.19 |

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 154.40 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 1286 | 10.67 | 1285 | 10.69 | 3116 | 14.14 | 3164 | 13.93 |
| 16.0 | 1233 | 11.14 | 1231 | 11.17 | 3047 | 14.47 | 3091 | 14.27 |
| 20.0 | 1221 | 11.26 | 1218 | 11.28 | 3030 | 14.56 | 3073 | 14.35 |
| 40.0 | 1163 | 11.82 | 1159 | 11.86 | 2950 | 14.96 | 2987 | 14.77 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 107 de 147 |

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

CABO

OPGW2

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.210,21 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

154,4 kgf/m²

***** VÃO = 500.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 154.40 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1268 | 16.99 | 1267 | 17.01 | 3305 | 20.93 | 3347 | 20.66 |
| 16.0 | 1233 | 17.49 | 1231 | 17.51 | 3249 | 21.31 | 3288 | 21.05 |
| 20.0 | 1224 | 17.61 | 1222 | 17.64 | 3236 | 21.40 | 3274 | 21.14 |
| 40.0 | 1184 | 18.22 | 1182 | 18.26 | 3170 | 21.86 | 3205 | 21.61 |

***** VÃO = 600.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 154.40 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1260 | 24.74 | 1259 | 24.77 | 3449 | 29.04 | 3485 | 28.73 |
| 16.0 | 1235 | 25.26 | 1234 | 25.29 | 3403 | 29.45 | 3438 | 29.14 |
| 20.0 | 1229 | 25.39 | 1228 | 25.42 | 3392 | 29.55 | 3426 | 29.25 |
| 40.0 | 1200 | 26.03 | 1198 | 26.06 | 3338 | 30.06 | 3369 | 29.76 |

***** VÃO = 700.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 154.40 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1258 | 33.93 | 1257 | 33.96 | 3563 | 38.51 | 3594 | 38.15 |
| 16.0 | 1239 | 34.47 | 1238 | 34.50 | 3525 | 38.94 | 3555 | 38.60 |
| 20.0 | 1235 | 34.60 | 1234 | 34.63 | 3516 | 39.05 | 3545 | 38.71 |
| 40.0 | 1213 | 35.25 | 1212 | 35.29 | 3471 | 39.59 | 3499 | 39.26 |

***** VÃO = 800.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 154.40 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1260 | 44.57 | 1259 | 44.60 | 3656 | 49.35 | 3683 | 48.97 |
| 16.0 | 1245 | 45.11 | 1245 | 45.14 | 3625 | 49.81 | 3651 | 49.44 |
| 20.0 | 1242 | 45.24 | 1241 | 45.27 | 3618 | 49.92 | 3643 | 49.55 |
| 40.0 | 1225 | 45.91 | 1224 | 45.94 | 3580 | 50.49 | 3604 | 50.13 |

***** VÃO = 900.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 154.40 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1264 | 56.65 | 1263 | 56.68 | 3737 | 61.61 | 3759 | 61.20 |
| 16.0 | 1253 | 57.20 | 1252 | 57.23 | 3710 | 62.08 | 3733 | 61.68 |
| 20.0 | 1250 | 57.33 | 1249 | 57.36 | 3704 | 62.20 | 3726 | 61.80 |
| 40.0 | 1236 | 58.01 | 1236 | 58.04 | 3672 | 62.79 | 3693 | 62.40 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 108 de 147 |

ANEXO 1F – LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD

| | |
|--|--|
| CABO | CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios |
| TRAÇÃO DE PARTIDA | 2.243,57 kgf, a 20 °C, sem vento, final |
| PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS) | 150,6 kgf/m² |

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

CAL_1120 1010 61 fios
 PESO UNITÁRIO = 1.405 kgf/m DIÂMETRO = 29.34 mm ÁREA DA SEÇÃO = 509.16 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 2.3E-05 FINAL = 2.3E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
 A0 = -0.0217 A1 = 1.46E-05 A2 = -3.01E-10 A3 = 1.21E-14
 CREEP Y = B.X B = 88800 FINAL Y = C.X + C1 C = 88800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 2243.57 TEMPERATURA DE PARTIDA = 20.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 4.6366 PRESSAO DE VENTO = 150.60 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANÇA DE ESTADO = 20.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 150.60 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 2659 | 5.97 | 2585 | 6.14 | 6020 | 8.73 | 6082 | 8.64 |
| 16.0 | 2374 | 6.69 | 2312 | 6.87 | 5721 | 9.20 | 5753 | 9.14 |
| 20.0 | 2313 | 6.87 | 2253 | 7.05 | 5650 | 9.32 | 5677 | 9.27 |
| 60.0 | 1864 | 8.55 | 1824 | 8.73 | 5032 | 10.48 | 5027 | 10.49 |
| 71.0 | 1776 | 8.97 | 1740 | 9.16 | 4888 | 10.80 | 4879 | 10.82 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 109 de 147 |

LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

150,6 kgf/m²

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 150.60 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 2496 | 11.34 | 2453 | 11.54 | 6417 | 14.63 | 6491 | 14.46 |
| 16.0 | 2334 | 12.14 | 2296 | 12.35 | 6191 | 15.18 | 6242 | 15.05 |
| 20.0 | 2298 | 12.34 | 2261 | 12.54 | 6137 | 15.32 | 6184 | 15.20 |
| 60.0 | 2003 | 14.20 | 1975 | 14.40 | 5650 | 16.68 | 5666 | 16.63 |
| 71.0 | 1938 | 14.68 | 1913 | 14.88 | 5531 | 17.05 | 5542 | 17.01 |

***** VÃO = 500.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 150.60 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 2422 | 18.36 | 2395 | 18.57 | 6703 | 22.01 | 6777 | 21.76 |
| 16.0 | 2319 | 19.19 | 2294 | 19.41 | 6528 | 22.62 | 6585 | 22.41 |
| 20.0 | 2295 | 19.40 | 2271 | 19.61 | 6486 | 22.77 | 6540 | 22.58 |
| 60.0 | 2090 | 21.36 | 2071 | 21.57 | 6097 | 24.29 | 6125 | 24.17 |
| 71.0 | 2043 | 21.88 | 2024 | 22.09 | 6000 | 24.70 | 6023 | 24.60 |

***** VÃO = 600.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 150.60 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 2387 | 26.98 | 2369 | 27.20 | 6921 | 30.89 | 6989 | 30.58 |
| 16.0 | 2317 | 27.84 | 2300 | 28.05 | 6782 | 31.56 | 6839 | 31.28 |
| 20.0 | 2300 | 28.05 | 2283 | 28.26 | 6749 | 31.72 | 6803 | 31.46 |
| 60.0 | 2151 | 30.08 | 2137 | 30.29 | 6435 | 33.36 | 6469 | 33.17 |
| 71.0 | 2115 | 30.62 | 2101 | 30.83 | 6355 | 33.80 | 6385 | 33.64 |

***** VÃO = 700.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 150.60 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 2374 | 37.21 | 2360 | 37.43 | 7096 | 41.32 | 7157 | 40.95 |
| 16.0 | 2322 | 38.08 | 2310 | 38.30 | 6985 | 42.02 | 7038 | 41.69 |
| 20.0 | 2310 | 38.29 | 2298 | 38.51 | 6958 | 42.20 | 7009 | 41.87 |
| 60.0 | 2198 | 40.37 | 2187 | 40.59 | 6701 | 43.94 | 6737 | 43.69 |
| 71.0 | 2170 | 40.93 | 2159 | 41.15 | 6635 | 44.41 | 6667 | 44.17 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 110 de 147 |

LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

150,6 kgf/m²

***** VÃO = 800.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 150.60 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 2372 | 49.05 | 2362 | 49.27 | 7245 | 53.32 | 7299 | 52.89 |
| 16.0 | 2333 | 49.92 | 2324 | 50.15 | 7154 | 54.05 | 7202 | 53.66 |
| 20.0 | 2324 | 50.14 | 2314 | 50.36 | 7132 | 54.24 | 7179 | 53.85 |
| 60.0 | 2237 | 52.25 | 2228 | 52.48 | 6920 | 56.05 | 6955 | 55.74 |
| 71.0 | 2214 | 52.82 | 2206 | 53.04 | 6865 | 56.55 | 6898 | 56.25 |

***** VÃO = 900.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 150.60 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 2378 | 62.51 | 2370 | 62.73 | 7378 | 66.90 | 7425 | 66.43 |
| 16.0 | 2348 | 63.38 | 2341 | 63.61 | 7303 | 67.66 | 7346 | 67.23 |
| 20.0 | 2341 | 63.60 | 2333 | 63.83 | 7285 | 67.85 | 7327 | 67.42 |
| 60.0 | 2271 | 65.75 | 2264 | 65.97 | 7108 | 69.74 | 7142 | 69.37 |
| 71.0 | 2253 | 66.32 | 2247 | 66.55 | 7062 | 70.25 | 7093 | 69.90 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 111 de 147 |

LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD

| | |
|---------------------------------------|--|
| CABO | CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios |
| TRAÇÃO DE PARTIDA | 2.243,57 kgf, a 20 °C, sem vento, final |
| PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS) | 116,6 kgf/m² |

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

CAL_1120 1010 61 fios
 PESO UNITÁRIO = 1.405 kgf/m DIÂMETRO = 29.34 mm ÁREA DA SEÇÃO = 509.16 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 2.3E-05 FINAL = 2.3E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
 A0 = -0.0217 A1 = 1.46E-05 A2 = -3.01E-10 A3 = 1.21E-14
 CREEP Y = B.X B = 88800 FINAL Y = C.X + C1 C = 88800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 2243.57 TEMPERATURA DE PARTIDA = 20.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 3.6983 PRESSAO DE VENTO = 116.60 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 20.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 116.60 kgf/m ² | | | |
|-------------|------|------|------|------|---|-------|------|-------|
| TEMPERATURA | TSI | FI | TSF | FF | TSI | FI | TSF | FF |
| GRAUS CENT. | kgf | m | kgf | m | kgf | m | kgf | m |
| 0.0 | 2659 | 5.97 | 2585 | 6.14 | 5185 | 8.08 | 5187 | 8.08 |
| 16.0 | 2374 | 6.69 | 2312 | 6.87 | 4879 | 8.59 | 4866 | 8.62 |
| 20.0 | 2313 | 6.87 | 2253 | 7.05 | 4808 | 8.72 | 4792 | 8.75 |
| 60.0 | 1864 | 8.55 | 1824 | 8.73 | 4205 | 10.00 | 4180 | 10.06 |
| 71.0 | 1776 | 8.97 | 1740 | 9.16 | 4069 | 10.34 | 4043 | 10.41 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 112 de 147 |

LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

116,6 kgf/m²

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 116.60 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 2496 | 11.34 | 2453 | 11.54 | 5424 | 13.79 | 5435 | 13.76 |
| 16.0 | 2334 | 12.14 | 2296 | 12.35 | 5202 | 14.39 | 5203 | 14.39 |
| 20.0 | 2298 | 12.34 | 2261 | 12.54 | 5149 | 14.54 | 5148 | 14.54 |
| 60.0 | 2003 | 14.20 | 1975 | 14.40 | 4686 | 16.02 | 4674 | 16.06 |
| 71.0 | 1938 | 14.68 | 1913 | 14.88 | 4576 | 16.42 | 4563 | 16.47 |

***** VÃO = 500.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 116.60 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 2422 | 18.36 | 2395 | 18.57 | 5592 | 21.01 | 5606 | 20.96 |
| 16.0 | 2319 | 19.19 | 2294 | 19.41 | 5425 | 21.68 | 5432 | 21.65 |
| 20.0 | 2295 | 19.40 | 2271 | 19.61 | 5385 | 21.84 | 5391 | 21.82 |
| 60.0 | 2090 | 21.36 | 2071 | 21.57 | 5025 | 23.47 | 5021 | 23.49 |
| 71.0 | 2043 | 21.88 | 2024 | 22.09 | 4936 | 23.91 | 4931 | 23.94 |

***** VÃO = 600.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 116.60 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 2387 | 26.98 | 2369 | 27.20 | 5719 | 29.77 | 5732 | 29.70 |
| 16.0 | 2317 | 27.84 | 2300 | 28.05 | 5591 | 30.49 | 5599 | 30.44 |
| 20.0 | 2300 | 28.05 | 2283 | 28.26 | 5560 | 30.66 | 5568 | 30.62 |
| 60.0 | 2151 | 30.08 | 2137 | 30.29 | 5274 | 32.41 | 5275 | 32.41 |
| 71.0 | 2115 | 30.62 | 2101 | 30.83 | 5203 | 32.88 | 5202 | 32.89 |

***** VÃO = 700.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 116.60 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 2374 | 37.21 | 2360 | 37.43 | 5822 | 40.10 | 5834 | 40.01 |
| 16.0 | 2322 | 38.08 | 2310 | 38.30 | 5721 | 40.85 | 5731 | 40.78 |
| 20.0 | 2310 | 38.29 | 2298 | 38.51 | 5697 | 41.04 | 5705 | 40.97 |
| 60.0 | 2198 | 40.37 | 2187 | 40.59 | 5468 | 42.88 | 5471 | 42.85 |
| 71.0 | 2170 | 40.93 | 2159 | 41.15 | 5409 | 43.37 | 5412 | 43.35 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 113 de 147 |

LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD

CABO

CAL liga 1120, 1010 kcmil, 61 fios

TRAÇÃO DE PARTIDA

2.243,57 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

116,6 kgf/m²

***** VÃO = 800.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 116.60 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 2372 | 49.05 | 2362 | 49.27 | 5913 | 52.01 | 5923 | 51.91 |
| 16.0 | 2333 | 49.92 | 2324 | 50.15 | 5832 | 52.79 | 5841 | 52.71 |
| 20.0 | 2324 | 50.14 | 2314 | 50.36 | 5812 | 52.99 | 5821 | 52.90 |
| 60.0 | 2237 | 52.25 | 2228 | 52.48 | 5626 | 54.90 | 5631 | 54.85 |
| 71.0 | 2214 | 52.82 | 2206 | 53.04 | 5578 | 55.41 | 5582 | 55.37 |

***** VÃO = 900.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 116.60 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 2378 | 62.51 | 2370 | 62.73 | 5996 | 65.53 | 6006 | 65.42 |
| 16.0 | 2348 | 63.38 | 2341 | 63.61 | 5931 | 66.33 | 5939 | 66.23 |
| 20.0 | 2341 | 63.60 | 2333 | 63.83 | 5915 | 66.53 | 5923 | 66.43 |
| 60.0 | 2271 | 65.75 | 2264 | 65.97 | 5762 | 68.50 | 5767 | 68.43 |
| 71.0 | 2253 | 66.32 | 2247 | 66.55 | 5722 | 69.03 | 5726 | 68.97 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 114 de 147 |

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

157,6 kgf/m²

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

ACSR Dotterel 176.9 12/7
 PESO UNITÁRIO = 0.657 kgf/m DIÂMETRO = 15.42 mm ÁREA DA SEÇÃO = 141.93 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 1.48E-05 FINAL = 1.53E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
 A0 = 0.00217 A1 = 7.05E-06 A2 = -3.21E-11 A3 = 1.14E-15
 CREEP Y = B.X B = 119600 FINAL Y = C.X + C1 C = 149800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 1165.70 TEMPERATURA DE PARTIDA = 20.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 2.5174 PRESSAO DE VENTO = 157.60 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 20.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 157.60 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 1366 | 5.43 | 1296 | 5.72 | 3253 | 8.78 | 3256 | 8.77 |
| 16.0 | 1256 | 5.91 | 1193 | 6.22 | 3152 | 9.06 | 3143 | 9.09 |
| 20.0 | 1231 | 6.03 | 1170 | 6.34 | 3127 | 9.13 | 3116 | 9.17 |
| 40.0 | 1122 | 6.62 | 1069 | 6.95 | 3011 | 9.49 | 2989 | 9.57 |

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 157.60 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 1291 | 10.24 | 1250 | 10.58 | 3538 | 14.40 | 3563 | 14.30 |
| 16.0 | 1226 | 10.79 | 1187 | 11.15 | 3459 | 14.74 | 3473 | 14.68 |
| 20.0 | 1211 | 10.93 | 1173 | 11.28 | 3439 | 14.83 | 3451 | 14.78 |
| 40.0 | 1142 | 11.59 | 1108 | 11.96 | 3345 | 15.25 | 3346 | 15.25 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 115 de 147 |

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

157,6 kgf/m²

***** VÃO = 500.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 157.60 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1254 | 16.54 | 1228 | 16.90 | 3754 | 21.31 | 3790 | 21.10 |
| 16.0 | 1212 | 17.12 | 1187 | 17.50 | 3689 | 21.70 | 3716 | 21.54 |
| 20.0 | 1203 | 17.26 | 1177 | 17.64 | 3674 | 21.79 | 3698 | 21.64 |
| 40.0 | 1156 | 17.97 | 1132 | 18.36 | 3597 | 22.28 | 3612 | 22.18 |

***** VÃO = 600.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 157.60 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1236 | 24.28 | 1218 | 24.66 | 3922 | 29.54 | 3962 | 29.23 |
| 16.0 | 1207 | 24.88 | 1189 | 25.27 | 3869 | 29.96 | 3902 | 29.70 |
| 20.0 | 1200 | 25.03 | 1182 | 25.42 | 3856 | 30.07 | 3887 | 29.82 |
| 40.0 | 1167 | 25.76 | 1150 | 26.17 | 3792 | 30.60 | 3816 | 30.40 |

***** VÃO = 700.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 157.60 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1228 | 33.47 | 1215 | 33.85 | 4057 | 39.11 | 4098 | 38.70 |
| 16.0 | 1207 | 34.08 | 1194 | 34.48 | 4013 | 39.57 | 4048 | 39.20 |
| 20.0 | 1202 | 34.23 | 1188 | 34.63 | 4002 | 39.68 | 4036 | 39.33 |
| 40.0 | 1177 | 34.98 | 1164 | 35.40 | 3949 | 40.25 | 3977 | 39.95 |

***** VÃO = 800.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 157.60 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1226 | 44.10 | 1215 | 44.49 | 4170 | 50.06 | 4209 | 49.56 |
| 16.0 | 1210 | 44.72 | 1199 | 45.12 | 4133 | 50.54 | 4168 | 50.09 |
| 20.0 | 1206 | 44.87 | 1195 | 45.28 | 4124 | 50.66 | 4158 | 50.22 |
| 40.0 | 1187 | 45.63 | 1176 | 46.06 | 4080 | 51.25 | 4108 | 50.87 |

***** VÃO = 900.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 157.60 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1227 | 56.18 | 1219 | 56.57 | 4268 | 62.40 | 4305 | 61.82 |
| 16.0 | 1215 | 56.80 | 1206 | 57.21 | 4237 | 62.90 | 4270 | 62.37 |
| 20.0 | 1212 | 56.96 | 1203 | 57.37 | 4229 | 63.03 | 4261 | 62.50 |
| 40.0 | 1197 | 57.73 | 1188 | 58.16 | 4191 | 63.65 | 4219 | 63.19 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 116 de 147 |

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

122,0 kgf/m²

***** C A R A C T E R Í S T I C A S D O C A B O *****

ACSR Dotterel 176.9 12/7
 PESO UNITÁRIO = 0.657 kgf/m DIÂMETRO = 15.42 mm ÁREA DA SEÇÃO = 141.93 mm²
 COEFICIENTES DE DILATAÇÃO LINEAR - INICIAL = 1.48E-05 FINAL = 1.53E-05

COEFICIENTES DAS CURVAS STRESS-STRAIN DA ALUMINUM ASSOCIATION:
 INICIAL X = A0 + A1.Y + A2.Y2 + A3.Y3
 A0 = 0.00217 A1 = 7.05E-06 A2 = -3.21E-11 A3 = 1.14E-15
 CREEP Y = B.X B = 119600 FINAL Y = C.X + C1 C = 149800

***** C O N D I Ç Ã O D E P A R T I D A *****

TRAÇÃO HORIZONTAL = 1165.70 TEMPERATURA DE PARTIDA = 20.00 °C
 PARTIDA DO ESTADO FINAL, SEM VENTO

***** C O N D I Ç Õ E S P A R A C Á L C U L O D A S T R A Ç Õ E S *****

PESO DO CABO COM VENTO = 1.9927 PRESSAO DE VENTO = 122.00 kgf/m²
 TEMPERATURA EDS PARA CÁLCULO DA MUDANCA DE ESTADO = 20.0°C

***** T A B E L A D E F L E C H A E T R A Ç Õ E S *****

TSI = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO INICIAL FI = FLECHA NO ESTADO INICIAL
 TSF = TRACAO NO SUPORTE NO ESTADO FINAL FF = FLECHA NO ESTADO FINAL

***** VÃO = 300.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 122.00 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 1366 | 5.43 | 1296 | 5.72 | 2806 | 8.04 | 2777 | 8.13 |
| 16.0 | 1256 | 5.91 | 1193 | 6.22 | 2701 | 8.36 | 2665 | 8.47 |
| 20.0 | 1231 | 6.03 | 1170 | 6.34 | 2676 | 8.44 | 2638 | 8.56 |
| 40.0 | 1122 | 6.62 | 1069 | 6.95 | 2557 | 8.84 | 2514 | 8.99 |

***** VÃO = 400.00 m *****

| SEM VENTO | | | | | PRESSÃO DE VENTO: 122.00 kgf/m ² | | | |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|---|---------|------------|---------|
| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
| 0.0 | 1291 | 10.24 | 1250 | 10.58 | 3002 | 13.41 | 2989 | 13.47 |
| 16.0 | 1226 | 10.79 | 1187 | 11.15 | 2922 | 13.79 | 2903 | 13.88 |
| 20.0 | 1211 | 10.93 | 1173 | 11.28 | 2902 | 13.89 | 2882 | 13.99 |
| 40.0 | 1142 | 11.59 | 1108 | 11.96 | 2809 | 14.36 | 2783 | 14.49 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 117 de 147 |

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD

CABO

CAA DOTTEREL

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.165,70 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 50 ANOS)

122,0 kgf/m²

***** VÃO = 500.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 122.00 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1254 | 16.54 | 1228 | 16.90 | 3145 | 20.10 | 3141 | 20.12 |
| 16.0 | 1212 | 17.12 | 1187 | 17.50 | 3082 | 20.52 | 3073 | 20.59 |
| 20.0 | 1203 | 17.26 | 1177 | 17.64 | 3066 | 20.63 | 3056 | 20.70 |
| 40.0 | 1156 | 17.97 | 1132 | 18.36 | 2992 | 21.16 | 2977 | 21.27 |

***** VÃO = 600.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 122.00 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1236 | 24.28 | 1218 | 24.66 | 3253 | 28.13 | 3254 | 28.12 |
| 16.0 | 1207 | 24.88 | 1189 | 25.27 | 3203 | 28.59 | 3200 | 28.62 |
| 20.0 | 1200 | 25.03 | 1182 | 25.42 | 3190 | 28.71 | 3186 | 28.74 |
| 40.0 | 1167 | 25.76 | 1150 | 26.17 | 3130 | 29.28 | 3122 | 29.36 |

***** VÃO = 700.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 122.00 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1228 | 33.47 | 1215 | 33.85 | 3339 | 37.53 | 3342 | 37.49 |
| 16.0 | 1207 | 34.08 | 1194 | 34.48 | 3298 | 38.02 | 3298 | 38.02 |
| 20.0 | 1202 | 34.23 | 1188 | 34.63 | 3288 | 38.15 | 3288 | 38.15 |
| 40.0 | 1177 | 34.98 | 1164 | 35.40 | 3239 | 38.76 | 3235 | 38.81 |

***** VÃO = 800.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 122.00 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1226 | 44.10 | 1215 | 44.49 | 3411 | 48.33 | 3415 | 48.27 |
| 16.0 | 1210 | 44.72 | 1199 | 45.12 | 3377 | 48.85 | 3379 | 48.82 |
| 20.0 | 1206 | 44.87 | 1195 | 45.28 | 3369 | 48.98 | 3370 | 48.96 |
| 40.0 | 1187 | 45.63 | 1176 | 46.06 | 3328 | 49.62 | 3327 | 49.64 |

***** VÃO = 900.00 m *****

SEM VENTO

PRESSÃO DE VENTO: 122.00 kgf/m²

| TEMPERATURA GRAUS CENT. | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m | TSI kgf | FI m | TSF kgf | FF m |
|----------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| 0.0 | 1227 | 56.18 | 1219 | 56.57 | 3473 | 60.54 | 3477 | 60.46 |
| 16.0 | 1215 | 56.80 | 1206 | 57.21 | 3445 | 61.08 | 3448 | 61.03 |
| 20.0 | 1212 | 56.96 | 1203 | 57.37 | 3438 | 61.22 | 3440 | 61.17 |
| 40.0 | 1197 | 57.73 | 1188 | 58.16 | 3404 | 61.88 | 3404 | 61.88 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 118 de 147 |

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

157,6 kgf/m²

ESTUDO DE FLECHAS E TRAÇÕES

PROJETO: LT 525 KV ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU CD
CABO PARA-RAIOS: OPGW144
TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES

CABO: OPGW44 1 POR FASE
 diâmetro = 14.40 mm coef. dilat.i =0.00001400 °C-1
 área secção = 120.00 mm² coef. dilat.f =0.00001400 °C-1
 peso linear = 0.7000 kgf/m mód. elast. i = 13100. kgf/mm²
 carga rupt. = 11310. kgf mód. elast. f = 13100. kgf/mm²

VENTOS DE PROJETO PARA O CABO:

| | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| CONDIÇÃO 1 : | CONDIÇÃO 2 : |
| Temperatura = 16.0 °C | Temperatura = 0.0 °C |
| Pressão = 157.60 kgf/m ² | Pressão = 0.00 kgf/m ² |
| Carga = 2.3749 kgf/m | Carga = 0.0000 kgf/m |

CADEIA:

Peso . . . = 0.00 kgf
 Comprimento = 0.00 m
 Área . . . = 0.00 m²

VENTOS DE PROJETO PARA A CADEIA:

| | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| CONDIÇÃO 1 : | CONDIÇÃO 2 : |
| Temperatura = 16.0 °C | Temperatura = 0.0 °C |
| Pressão = 0.00 kgf/m ² | Pressão = 0.00 kgf/m ² |
| Carga = 0.00 kgf | Carga = 0.00 kgf |

TEMPERATURA E D S = 20.0 °C

EQUIVALENTES TÉRMICOS DO "CREEP" SÃO DADOS.

OBS: NÃO ESTÃO SENDO CONSIDERADAS AS CADEIAS DE ANCORAGEM

SNC LAVALIN MARTE LTDA: FLECAE-pág 2

PROJETO: TABELA DE FLECHAS E TRAÇÕES

CABO: OPGW44 1 POR FASE

PARTIDA: 1241.8 kgf = 10.98 % CR, TRAÇÃO HORIZONTAL
 20.0 °C - ESTADO FINAL, SEM VENTO

| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 Folha 119 de 147 |

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD**CABO****OPGW1****TRAÇÃO DE PARTIDA****1.241,84 kgf, a 20 °C, sem vento, final****PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)****157,6 kgf/m²**

VÃO = 300.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 0. | 0.00 | 5.21 | 5.21 | 1512.4 | 1514.2 | 1516.0 |
| | 16. | 0.00 | 5.67 | 5.67 | 1390.7 | 1392.7 | 1394.7 |
| | 20. | 0.00 | 5.78 | 5.78 | 1363.3 | 1365.3 | 1367.3 |
| | 40. | 0.00 | 6.34 | 6.35 | 1241.9 | 1244.1 | 1246.3 |
| PV = 157.60 (0.00) | 16. | 0.00 | 8.41 | 8.41 | 3181.8 | 3191.7 | 3201.6 |
| | 0. | 0.00 | 5.78 | 5.78 | 1363.4 | 1365.4 | 1367.4 |
| FINAIS | 16. | 0.00 | 6.23 | 6.23 | 1264.3 | 1266.4 | 1268.6 |
| | 20. | 0.00 | 6.34 | 6.35 | 1241.9 | 1244.1 | 1246.3 |
| | 40. | 0.00 | 6.90 | 6.90 | 1142.3 | 1144.7 | 1147.1 |
| | 16. | 0.00 | 8.79 | 8.79 | 3044.3 | 3054.7 | 3065.1 |

VÃO = 400.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 0. | 0.00 | 9.99 | 9.99 | 1402.7 | 1406.2 | 1409.7 |
| | 16. | 0.00 | 10.52 | 10.52 | 1332.5 | 1336.2 | 1339.9 |
| | 20. | 0.00 | 10.65 | 10.65 | 1316.3 | 1320.0 | 1323.7 |
| | 40. | 0.00 | 11.29 | 11.29 | 1241.8 | 1245.8 | 1249.7 |
| PV = 157.60 (0.00) | 16. | 0.00 | 13.83 | 13.84 | 3438.7 | 3455.0 | 3471.3 |
| | 0. | 0.00 | 10.65 | 10.65 | 1316.3 | 1320.0 | 1323.7 |
| FINAIS | 16. | 0.00 | 11.16 | 11.16 | 1255.9 | 1259.8 | 1263.7 |
| | 20. | 0.00 | 11.29 | 11.29 | 1241.9 | 1245.8 | 1249.7 |
| | 40. | 0.00 | 11.91 | 11.91 | 1177.2 | 1181.3 | 1185.5 |
| | 16. | 0.00 | 14.29 | 14.29 | 3329.9 | 3346.8 | 3363.6 |

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

157,6 kgf/m²

VÃO = 500.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| ----- | | | | | | | |
| INICIAIS | 0. | 0.00 | 16.27 | 16.27 | 1346.4 | 1352.1 | 1357.7 |
| | 16. | 0.00 | 16.83 | 16.83 | 1301.9 | 1307.7 | 1313.6 |
| | 20. | 0.00 | 16.97 | 16.97 | 1291.3 | 1297.2 | 1303.1 |
| | 40. | 0.00 | 17.64 | 17.64 | 1241.9 | 1248.0 | 1254.1 |
| PV = 157.60 (0.00) | 16. | 0.00 | 20.55 | 20.55 | 3618.8 | 3643.0 | 3667.2 |
| ----- | | | | | | | |
| FINAIS | 0. | 0.00 | 16.97 | 16.97 | 1291.4 | 1297.3 | 1303.2 |
| | 16. | 0.00 | 17.51 | 17.51 | 1251.3 | 1257.4 | 1263.5 |
| | 20. | 0.00 | 17.64 | 17.64 | 1241.9 | 1248.0 | 1254.1 |
| | 40. | 0.00 | 18.31 | 18.31 | 1197.1 | 1203.5 | 1209.9 |
| PV = 157.60 (0.00) | 16. | 0.00 | 21.07 | 21.07 | 3531.3 | 3556.1 | 3580.9 |
| ----- | | | | | | | |

VÃO = 600.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| ----- | | | | | | | |
| INICIAIS | 0. | 0.00 | 24.01 | 24.01 | 1314.8 | 1323.2 | 1331.5 |
| | 16. | 0.00 | 24.58 | 24.58 | 1284.3 | 1292.8 | 1301.3 |
| | 20. | 0.00 | 24.72 | 24.72 | 1276.9 | 1285.5 | 1294.1 |
| | 40. | 0.00 | 25.43 | 25.43 | 1241.9 | 1250.7 | 1259.5 |
| PV = 157.60 (0.00) | 16. | 0.00 | 28.61 | 28.61 | 3747.2 | 3780.8 | 3814.3 |
| ----- | | | | | | | |
| FINAIS | 0. | 0.00 | 24.72 | 24.72 | 1276.9 | 1285.5 | 1294.1 |
| | 16. | 0.00 | 25.29 | 25.29 | 1248.7 | 1257.4 | 1266.2 |
| | 20. | 0.00 | 25.43 | 25.43 | 1241.9 | 1250.7 | 1259.5 |
| | 40. | 0.00 | 26.11 | 26.11 | 1209.3 | 1218.4 | 1227.4 |
| PV = 157.60 (0.00) | 16. | 0.00 | 29.16 | 29.16 | 3676.1 | 3710.3 | 3744.5 |
| ----- | | | | | | | |

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD

CABO

OPGW1

TRAÇÃO DE PARTIDA

1.241,84 kgf, a 20 °C, sem vento, final

PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)

157,6 kgf/m²

VÃO = 700.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 0. | 0.00 | 33.19 | 33.19 | 1295.6 | 1307.1 | 1318.6 |
| | 16. | 0.00 | 33.78 | 33.78 | 1273.3 | 1285.0 | 1296.7 |
| | 20. | 0.00 | 33.92 | 33.92 | 1267.9 | 1279.6 | 1291.4 |
| | 40. | 0.00 | 34.64 | 34.64 | 1241.8 | 1253.8 | 1265.8 |
| PV = 157.60 (0.00) | 0. | | | | | | |
| | 16. | 0.00 | 38.02 | 38.02 | 3840.7 | 3885.2 | 3929.6 |
| FINAIS | 0. | 0.00 | 33.92 | 33.92 | 1267.9 | 1279.6 | 1291.4 |
| | 16. | 0.00 | 34.49 | 34.49 | 1246.9 | 1258.9 | 1270.8 |
| | 20. | 0.00 | 34.64 | 34.64 | 1241.8 | 1253.8 | 1265.8 |
| | 40. | 0.00 | 35.34 | 35.34 | 1217.2 | 1229.4 | 1241.6 |
| PV = 157.60 (0.00) | 0. | | | | | | |
| | 16. | 0.00 | 38.62 | 38.62 | 3782.2 | 3827.3 | 3872.4 |

VÃO = 800.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S | | | T R A Ç Õ E S | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------|--------|---------|
| | | CADEIA | COND | TOTAL | HORIZ. | MÉDIA | SUPORTE |
| INICIAIS | 0. | 0.00 | 43.82 | 43.82 | 1283.1 | 1298.2 | 1313.3 |
| | 16. | 0.00 | 44.41 | 44.41 | 1266.1 | 1281.4 | 1296.7 |
| | 20. | 0.00 | 44.56 | 44.56 | 1262.0 | 1277.3 | 1292.7 |
| | 40. | 0.00 | 45.29 | 45.29 | 1241.8 | 1257.4 | 1273.0 |
| PV = 157.60 (0.00) | 0. | | | | | | |
| | 16. | 0.00 | 48.83 | 48.83 | 3910.1 | 3967.0 | 4023.8 |
| FINAIS | 0. | 0.00 | 44.56 | 44.56 | 1262.0 | 1277.3 | 1292.7 |
| | 16. | 0.00 | 45.14 | 45.14 | 1245.8 | 1261.3 | 1276.9 |
| | 20. | 0.00 | 45.29 | 45.29 | 1241.8 | 1257.4 | 1273.0 |
| | 40. | 0.00 | 46.00 | 46.00 | 1222.6 | 1238.4 | 1254.3 |
| PV = 157.60 (0.00) | 0. | | | | | | |
| | 16. | 0.00 | 49.45 | 49.45 | 3861.3 | 3918.9 | 3976.5 |

LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD**CABO****OPGW1****TRAÇÃO DE PARTIDA****1.241,84 kgf, a 20 °C, sem vento, final****PRESSÃO DE VENTO (T = 250 ANOS)****157,6 kgf/m²**

VÃO = 900.00m CREEP = 20.00 °C

| PR.VENTO [kgf/m ²] | TEMP [°C] | F L E C H A S CADEIA | C O N D COND | T O T A L TOTAL | T R A Ç Õ E S HORIZ. | M É D I A MÉDIA | S U P O R T E SUPORTE |
|-----------------------------------|--------------|-------------------------|-----------------|--------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|
| INICIAIS | 0. | 0.00 | 55.90 | 55.90 | 1274.4 | 1293.6 | 1312.8 |
| | 16. | 0.00 | 56.49 | 56.49 | 1261.1 | 1280.5 | 1299.9 |
| | 20. | 0.00 | 56.64 | 56.64 | 1257.8 | 1277.3 | 1296.7 |
| | 40. | 0.00 | 57.38 | 57.38 | 1241.8 | 1261.5 | 1281.2 |
| PV = 157.60 (0.00) | 16. | 0.00 | 61.05 | 61.05 | 3962.6 | 4033.4 | 4104.2 |
| | 0. | 0.00 | 56.64 | 56.64 | 1257.8 | 1277.3 | 1296.7 |
| FINAIS | 16. | 0.00 | 57.23 | 57.23 | 1245.0 | 1264.6 | 1284.2 |
| | 20. | 0.00 | 57.38 | 57.38 | 1241.8 | 1261.5 | 1281.2 |
| | 40. | 0.00 | 58.11 | 58.11 | 1226.4 | 1246.3 | 1266.2 |
| | 16. | 0.00 | 61.70 | 61.70 | 3921.5 | 3993.0 | 4064.6 |

ANEXO 2 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS TABELAS DE FLECHAS E TRAÇÕES

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 124 de 147 |

ANEXO 2A – LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CS

CAL-1120 1010 MCM

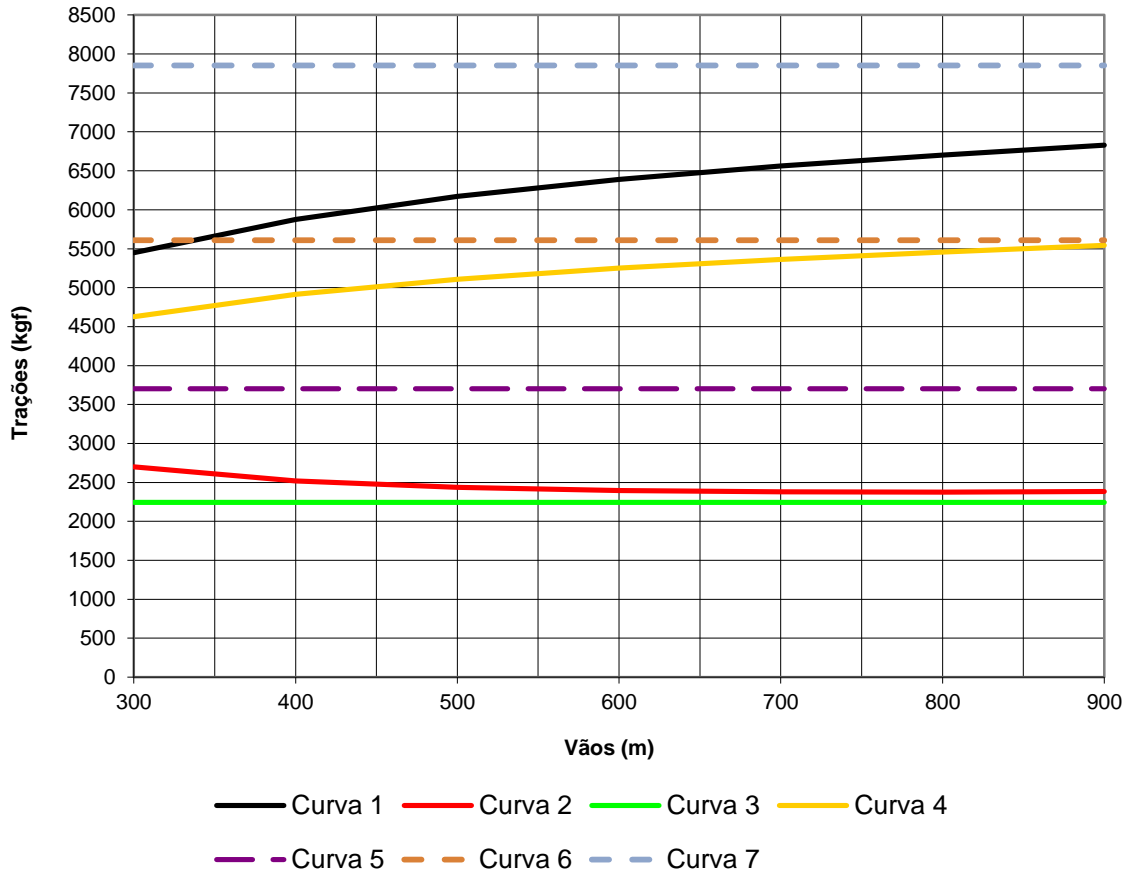


GRÁFICO CONDUTOR CAL Liga 1120 1010 MCM

Notação:

Curva 1: Tração (Suporte) a 14 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)

Curva 2: Tração (Suporte) a -3°C, inicial, sem vento

Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 19 °C, final, sem vento

Curva 4: Tração (Suporte) a 14 °C, final, com vento nominal (T = 50 anos)

Curva 5: Limite de tração com temperatura mínima

Curva 6: Limite de tração com vento nominal (T = 50 anos)

Curva 7: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

CAA 176.9 MCM Dotterel

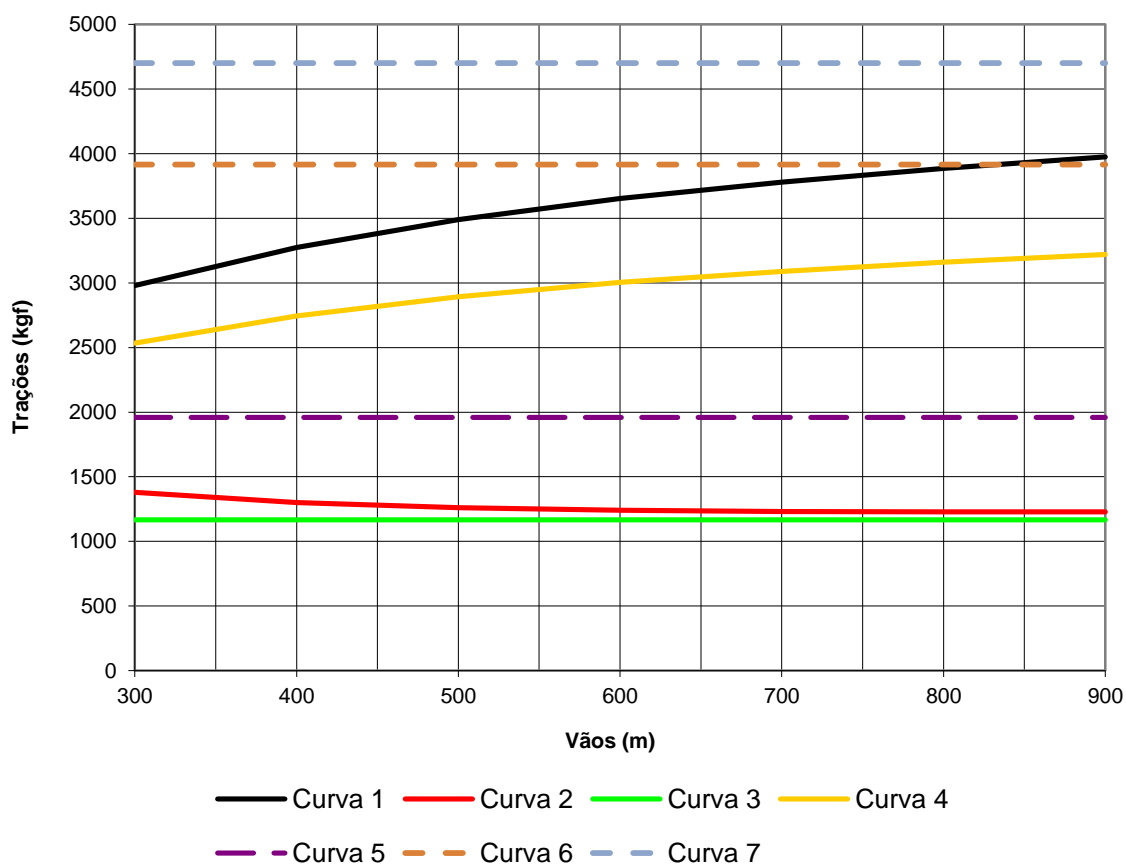


GRÁFICO PARA-RAIOS CAA DOTTEREL

Notação:

Curva 1: Tração (Suporte) a 14 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)

Curva 2: Tração (Suporte) a -3°C, inicial, sem vento

Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 19 °C, final, sem vento

Curva 4: Tração (Suporte) a 14 °C, final, com vento nominal (T = 50 anos)

Curva 5: Limite de tração com temperatura mínima

Curva 6: Limite de tração com vento nominal (T = 50 anos)

Curva 7: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

3/8" EAR

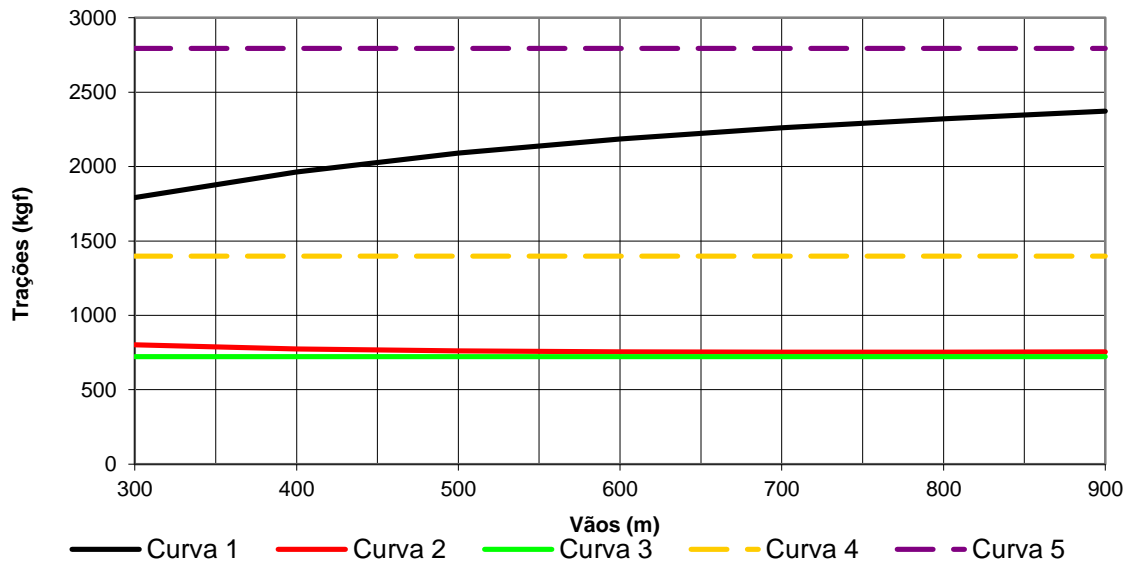


GRÁFICO PARA-RAIOS 3/8" EAR

Notação:

Curva 1: Tração (Suporte) a 14 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)

Curva 2: Tração (Suporte) a -3 °C, inicial, sem vento

Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 19 °C, final, sem vento

Curva 4: Limite de tração com temperatura mínima

Curva 5: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

OPGW1

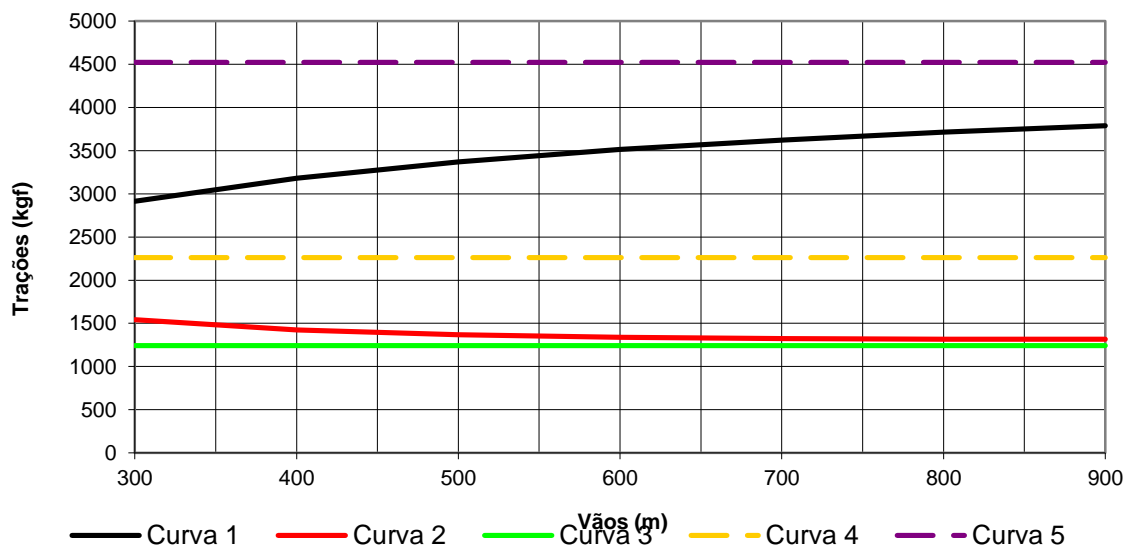


GRÁFICO PARA-RAIOS OPGW1

Notação:

Curva 1: Tração (Suporte) a 14 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)

Curva 2: Tração (Suporte) a -3 °C, inicial, sem vento

Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 19 °C, final, sem vento

Curva 4: Limite de tração com temperatura mínima

Curva 5: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

OPGW2

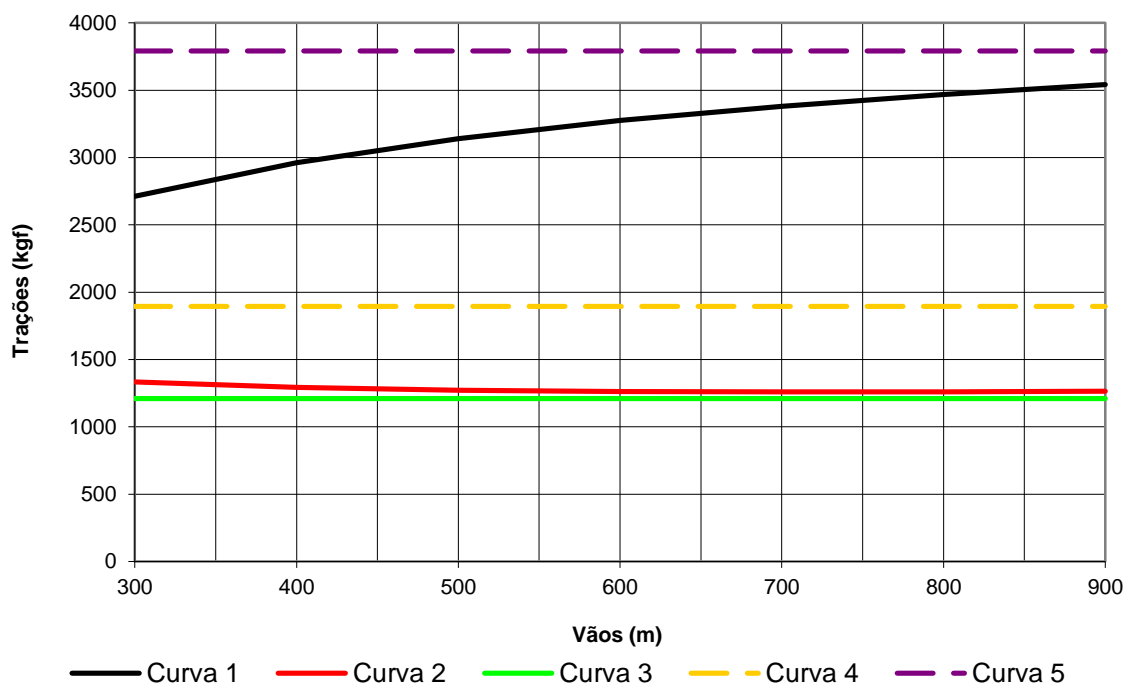


GRÁFICO PARA-RAIOS OPGW2

Notação:

Curva 1: Tração (Suporte) a 14 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)

Curva 2: Tração (Suporte) a -3 °C, inicial, sem vento

Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 19 °C, final, sem vento

Curva 4: Limite de tração com temperatura mínima

Curva 5: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

ANEXO 2B – LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CD

CAL-1120 1010 MCM

MUDANÇA DA
 CONDIÇÃO DE
 GOVERNO

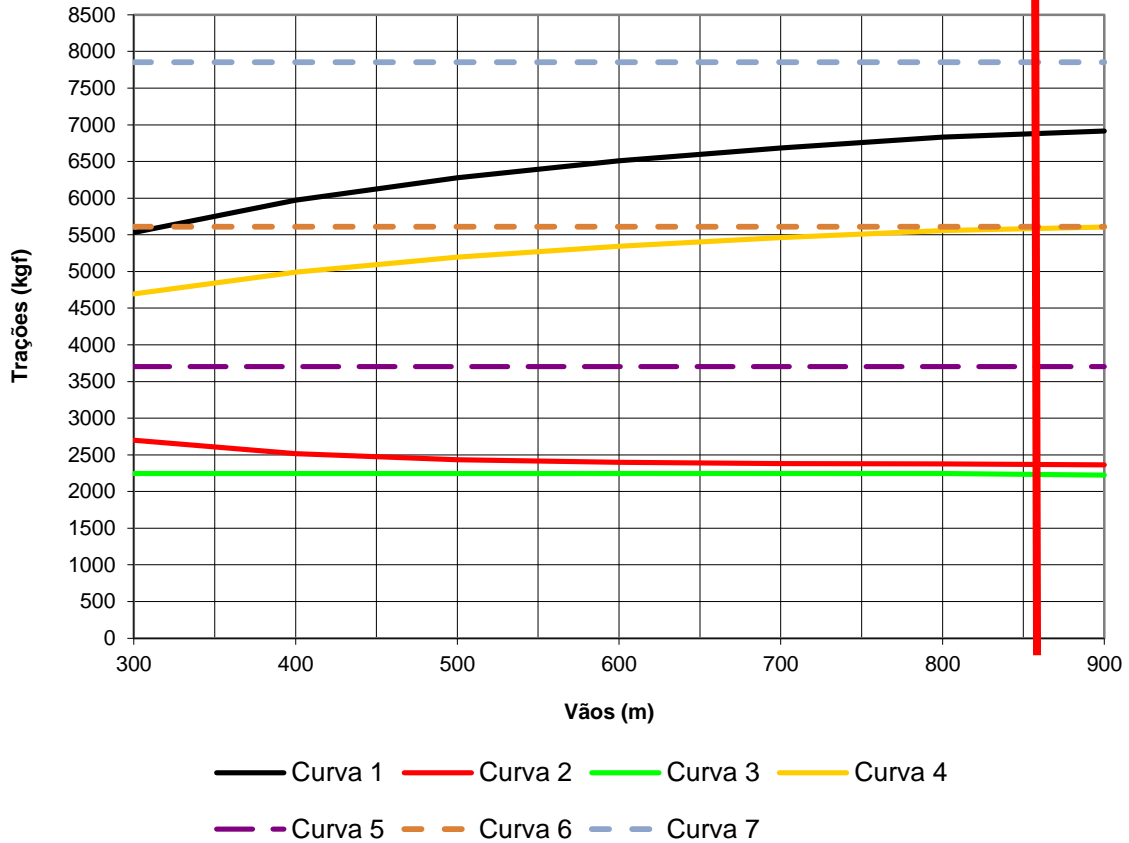


GRÁFICO CONDUTOR CAL Liga 1120 1010 MCM

Notação:

Curva 1: Tração (Suporte) a 14 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)

Curva 2: Tração (Suporte) a -3°C, inicial, sem vento

Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 19 °C, final, sem vento

Curva 4: Tração (Suporte) a 14 °C, final, com vento nominal (T = 50 anos)

Curva 5: Limite de tração com temperatura mínima

Curva 6: Limite de tração com vento nominal (T = 50 anos)

Curva 7: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

CAA 176.9 MCM Dotterel

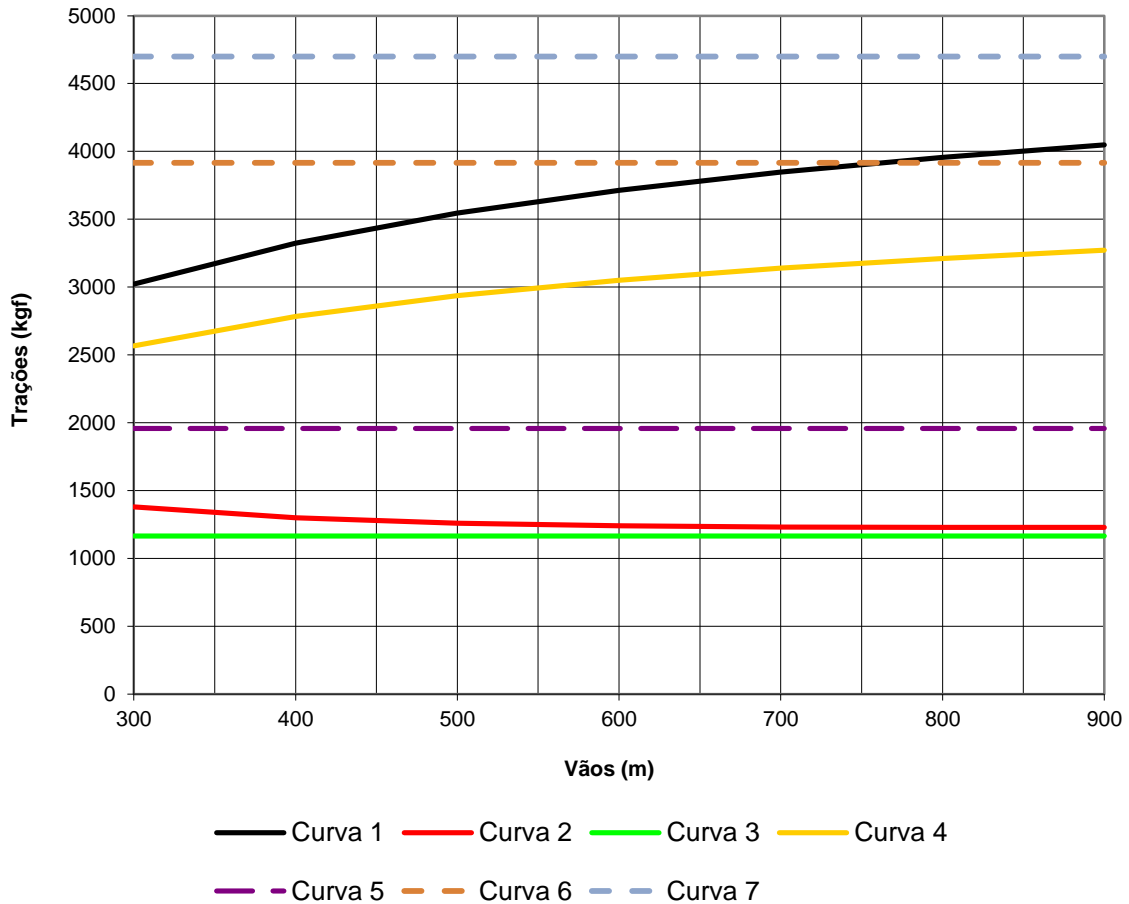


GRÁFICO PARA-RAIOS CAA DOTTEREL

Notação:

Curva 1: Tração (Suporte) a 14 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)

Curva 2: Tração (Suporte) a -3°C, inicial, sem vento

Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 19 °C, final, sem vento

Curva 4: Tração (Suporte) a 14 °C, final, com vento nominal (T = 50 anos)

Curva 5: Limite de tração com temperatura mínima

Curva 6: Limite de tração com vento nominal (T = 50 anos)

Curva 7: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

OPGW1

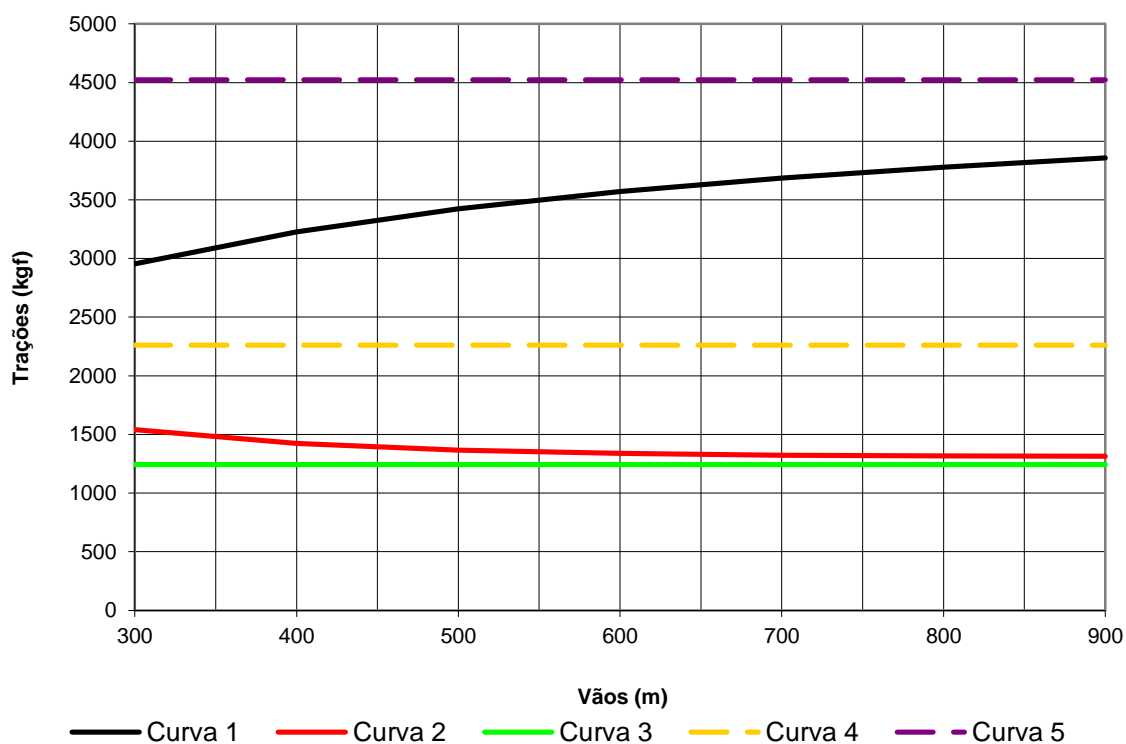


GRÁFICO PARA-RAIOS OPGW1

Notação:

Curva 1: Tração (Suporte) a 14 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)

Curva 2: Tração (Suporte) a -3 °C, inicial, sem vento

Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 19 °C, final, sem vento

Curva 4: Limite de tração com temperatura mínima

Curva 5: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

ANEXO 2C – LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

CAL-1120 1010 MCM

MUDANÇA DA
 CONDIÇÃO DE
 GOVERNO

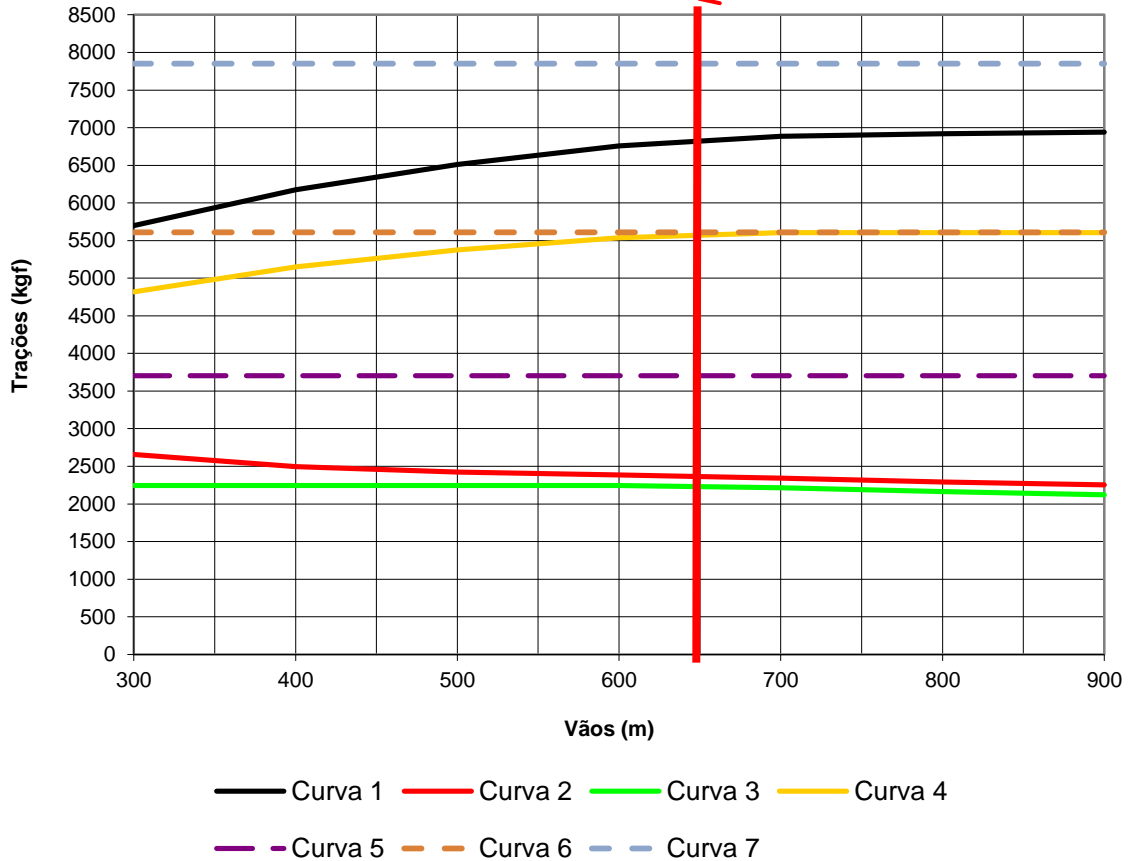


GRÁFICO CONDUTOR CAL Liga 1120 1010 MCM

Notação:

Curva 1: Tração (Suporte) a 17 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)

Curva 2: Tração (Suporte) a 1°C, inicial, sem vento

Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 21 °C, final, sem vento

Curva 4: Tração (Suporte) a 17 °C, final, com vento nominal (T = 50 anos)

Curva 5: Limite de tração com temperatura mínima

Curva 6: Limite de tração com vento nominal (T = 50 anos)

Curva 7: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

CAA 176.9 MCM Dotterel

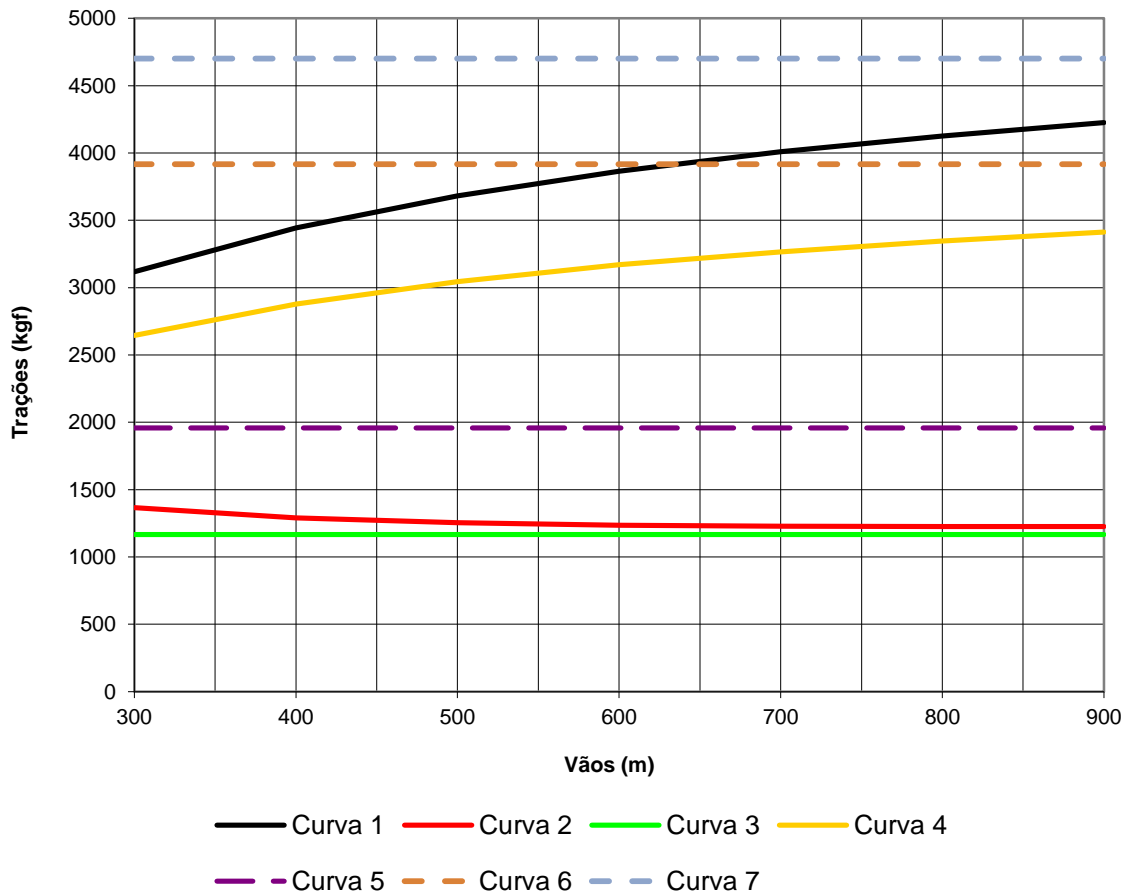


GRÁFICO PARA-RAIOS CAA DOTTEREL

Notação:

Curva 1: Tração (Suporte) a 17 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)

Curva 2: Tração (Suporte) a 1°C, inicial, sem vento

Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 21 °C, final, sem vento

Curva 4: Tração (Suporte) a 17 °C, final, com vento nominal (T = 50 anos)

Curva 5: Limite de tração com temperatura mínima

Curva 6: Limite de tração com vento nominal (T = 50 anos)

Curva 7: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

3/8" EAR

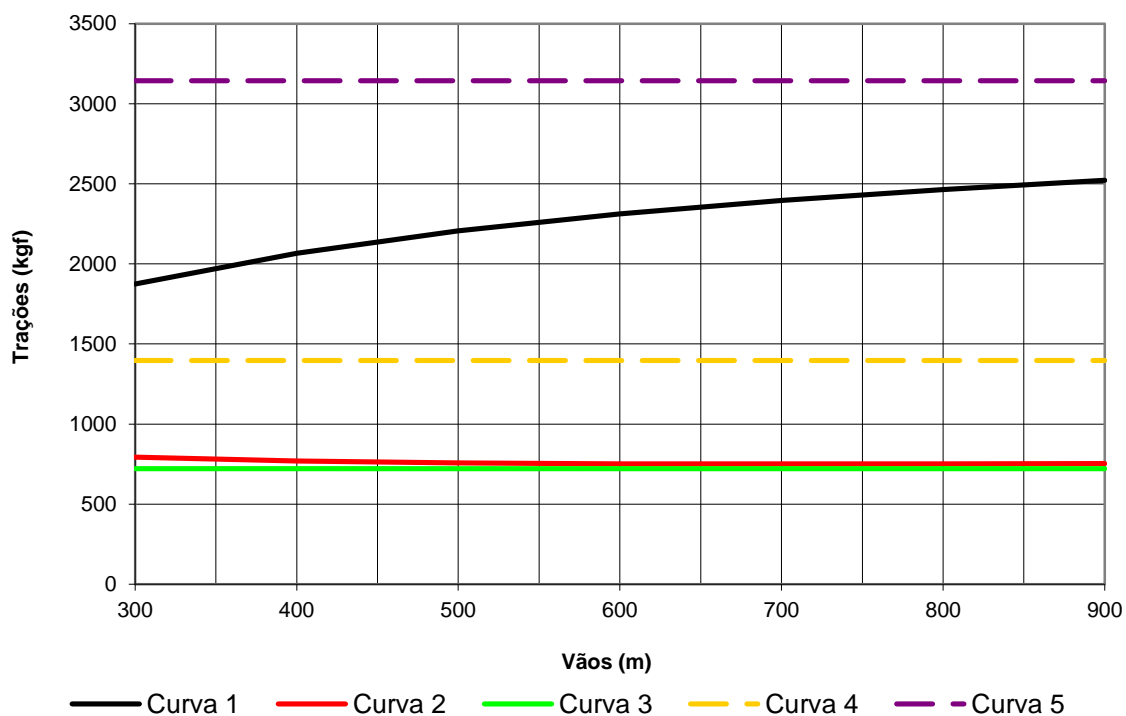


GRÁFICO PARA-RAIOS 3/8" EAR

Notação:

Curva 1: Tração (Suporte) a 17 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)

Curva 2: Tração (Suporte) a 1 °C, inicial, sem vento

Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 21 °C, final, sem vento

Curva 4: Limite de tração com temperatura mínima

Curva 5: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 Folha 134 de 147 |

OPGW1

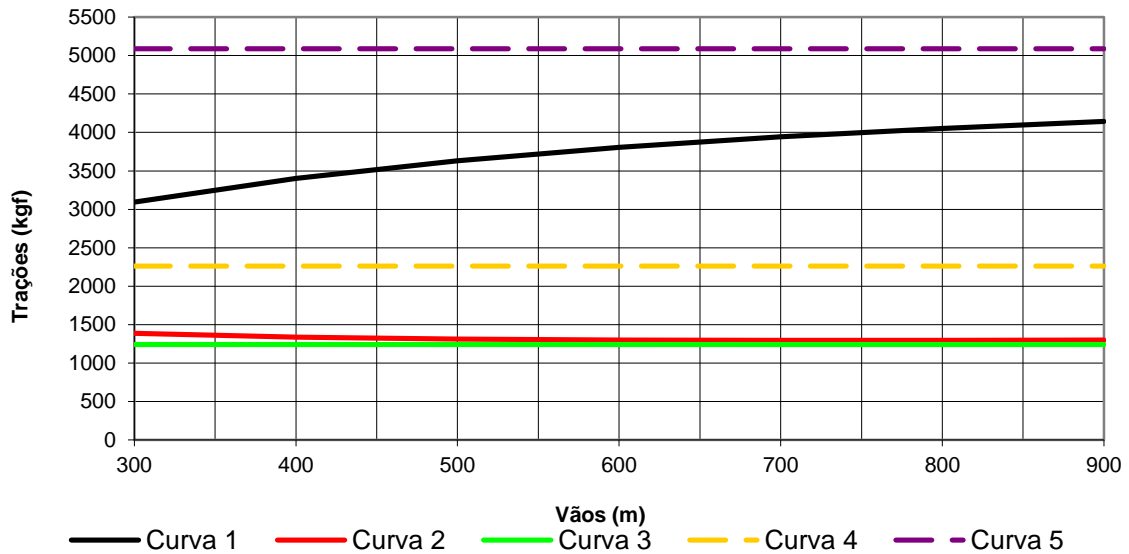


GRÁFICO PARA-RAIOS OPGW1

Notação:

- Curva 1: Tração (Suporte) a 17 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)
- Curva 2: Tração (Suporte) a 1 °C, inicial, sem vento
- Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 21 °C, final, sem vento
- Curva 4: Limite de tração com temperatura mínima
- Curva 5: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

OPGW2

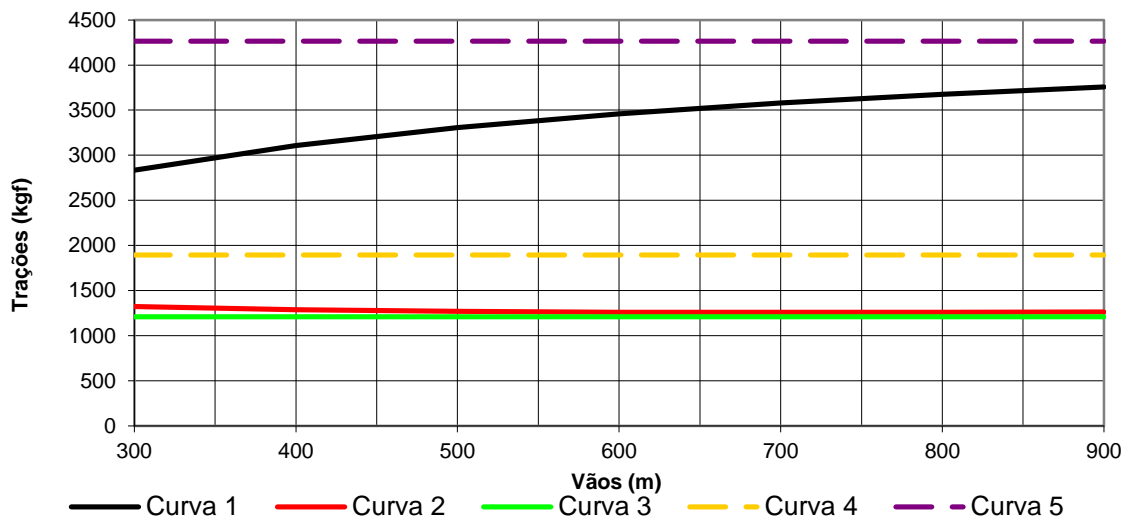


GRÁFICO PARA-RAIOS OPGW2

Notação:

- Curva 1: Tração (Suporte) a 17 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)
- Curva 2: Tração (Suporte) a 1 °C, inicial, sem vento
- Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 21 °C, final, sem vento
- Curva 4: Limite de tração com temperatura mínima
- Curva 5: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

ANEXO 2D – LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

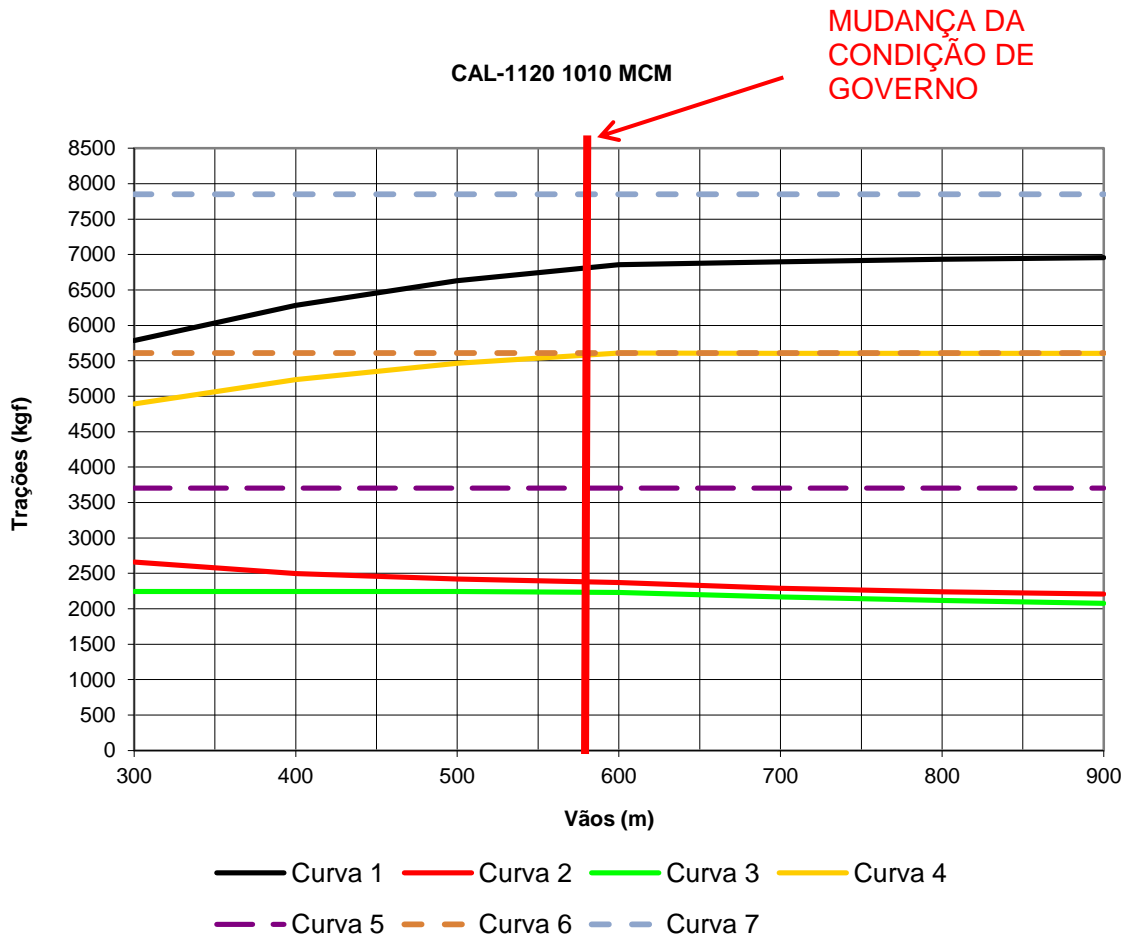


GRÁFICO CONDUTOR CAL Liga 1120 1010 MCM

Notação:

- Curva 1: Tração (Suporte) a 17 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)
- Curva 2: Tração (Suporte) a 1°C, inicial, sem vento
- Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 21 °C, final, sem vento
- Curva 4: Tração (Suporte) a 17 °C, final, com vento nominal (T = 50 anos)
- Curva 5: Limite de tração com temperatura mínima
- Curva 6: Limite de tração com vento nominal (T = 50 anos)
- Curva 7: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 Folha 136 de 147 |

CAA 176.9 MCM Dotterel

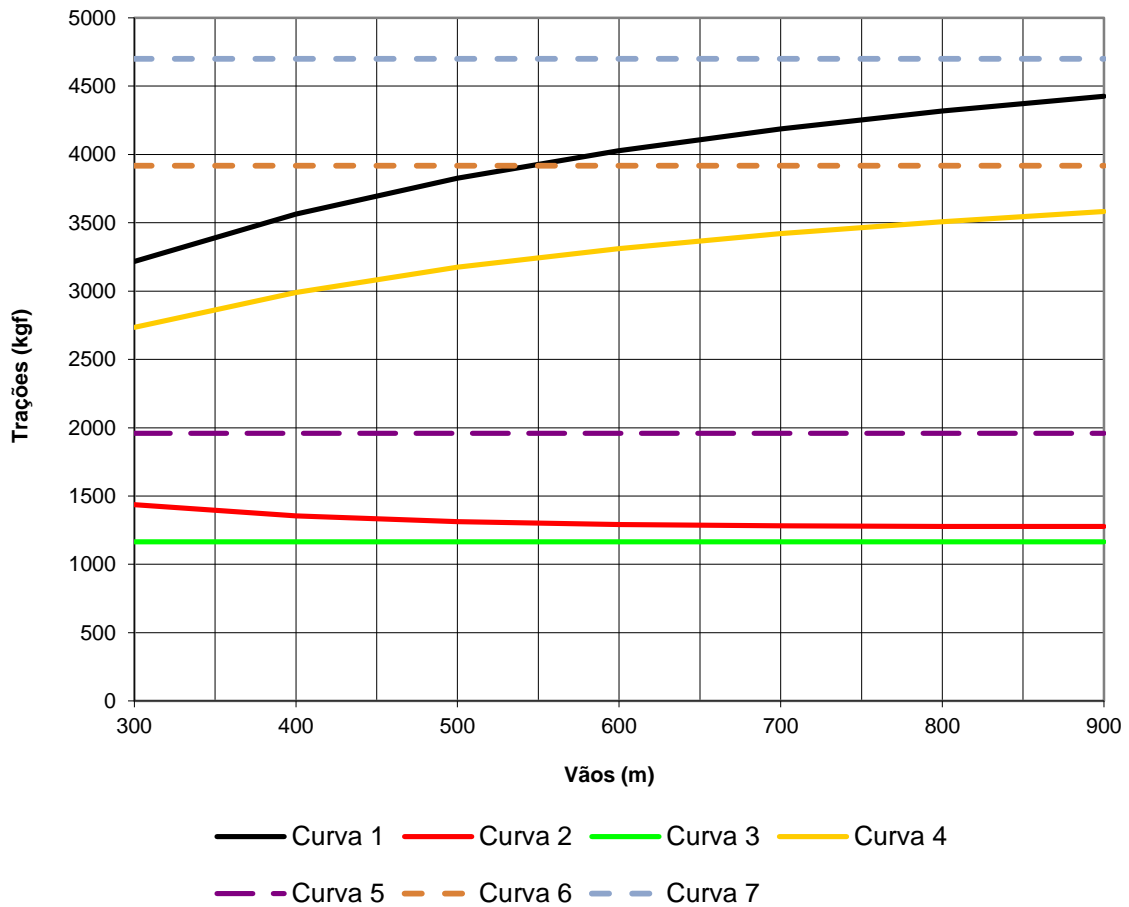


GRÁFICO PARA-RAIOS CAA DOTTEREL

Notação:

- Curva 1: Tração (Suporte) a 17 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)
- Curva 2: Tração (Suporte) a 1°C, inicial, sem vento
- Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 21 °C, final, sem vento
- Curva 4: Tração (Suporte) a 17 °C, final, com vento nominal (T = 50 anos)
- Curva 5: Limite de tração com temperatura mínima
- Curva 6: Limite de tração com vento nominal (T = 50 anos)
- Curva 7: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

OPGW1

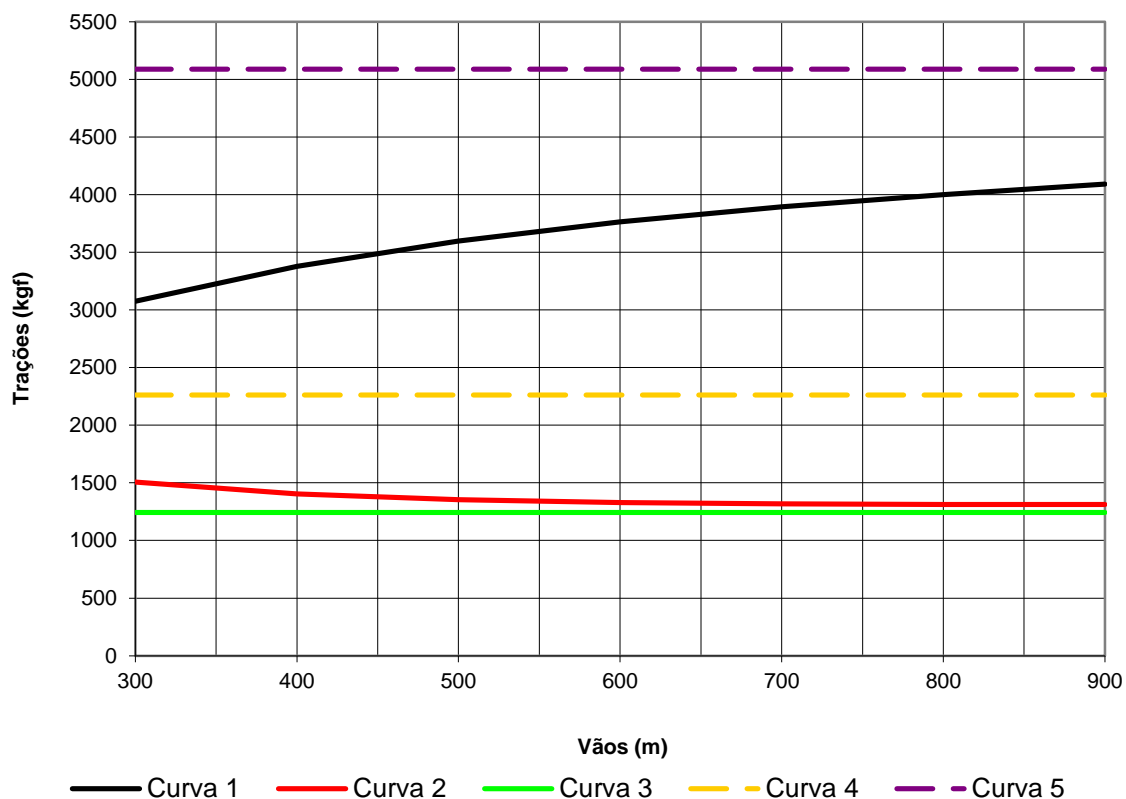


GRÁFICO PARA-RAIOS OPGW1

Notação:

Curva 1: Tração (Suporte) a 17 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)

Curva 2: Tração (Suporte) a 1 °C, inicial, sem vento

Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 21 °C, final, sem vento

Curva 4: Limite de tração com temperatura mínima

Curva 5: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

ANEXO 2E – LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

CAL-1120 1010 MCM

MUDANÇA DA CONDIÇÃO DE GOVERNO

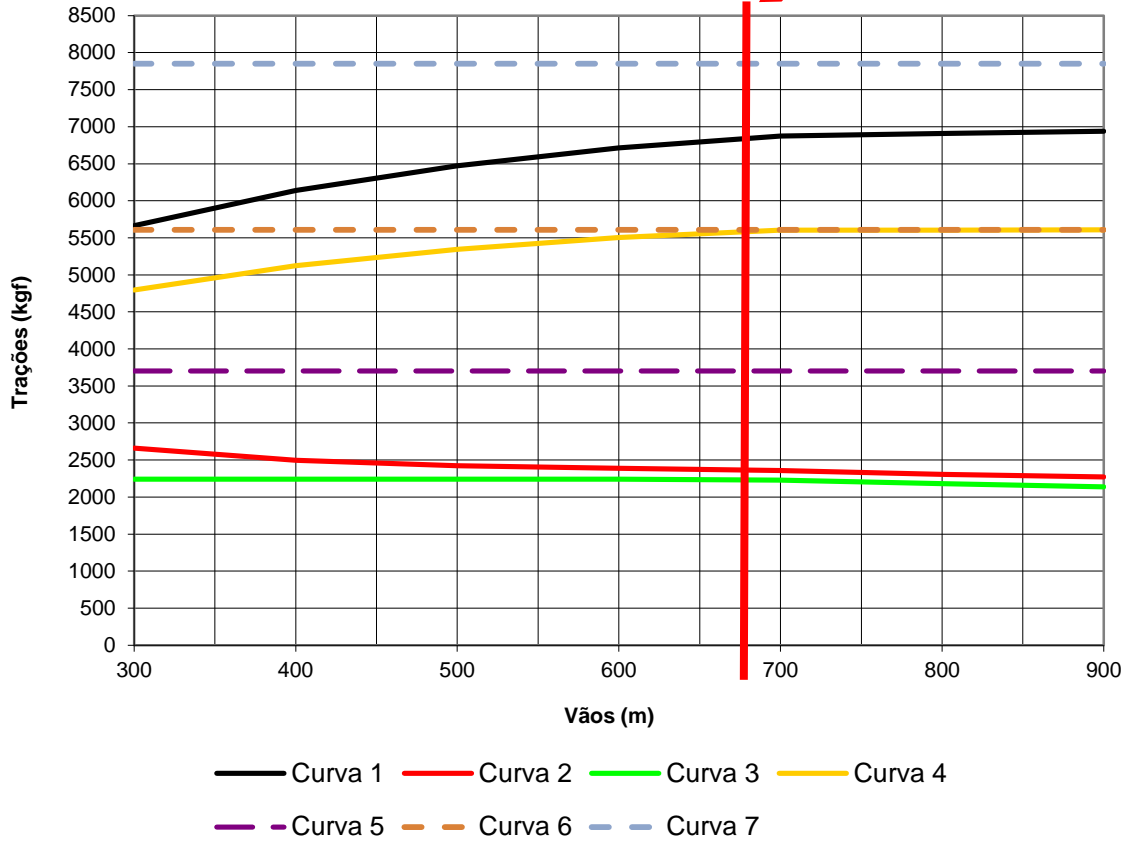


GRÁFICO CONDUTOR CAL Liga 1120 1010 MCM

Notação:

Curva 1: Tração (Suporte) a 16 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)

Curva 2: Tração (Suporte) a 0°C, inicial, sem vento

Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 20 °C, final, sem vento

Curva 4: Tração (Suporte) a 16 °C, final, com vento nominal (T = 50 anos)

Curva 5: Limite de tração com temperatura mínima

Curva 6: Limite de tração com vento nominal (T = 50 anos)

Curva 7: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

CAA 176.9 MCM Dotterel

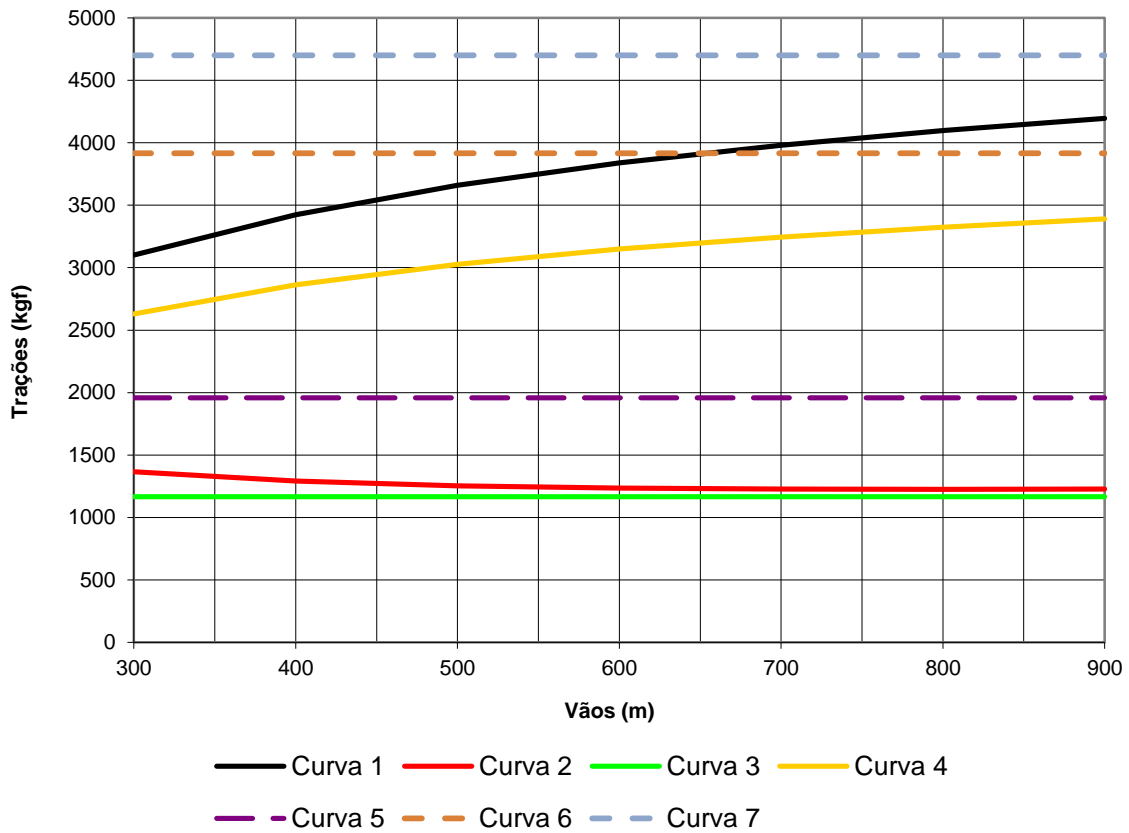


GRÁFICO PARA-RAIOS CAA DOTTEREL

Notação:

Curva 1: Tração (Suporte) a 16 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)

Curva 2: Tração (Suporte) a 0°C, inicial, sem vento

Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 20 °C, final, sem vento

Curva 4: Tração (Suporte) a 16 °C, final, com vento nominal (T = 50 anos)

Curva 5: Limite de tração com temperatura mínima

Curva 6: Limite de tração com vento nominal (T = 50 anos)

Curva 7: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

3/8" EAR

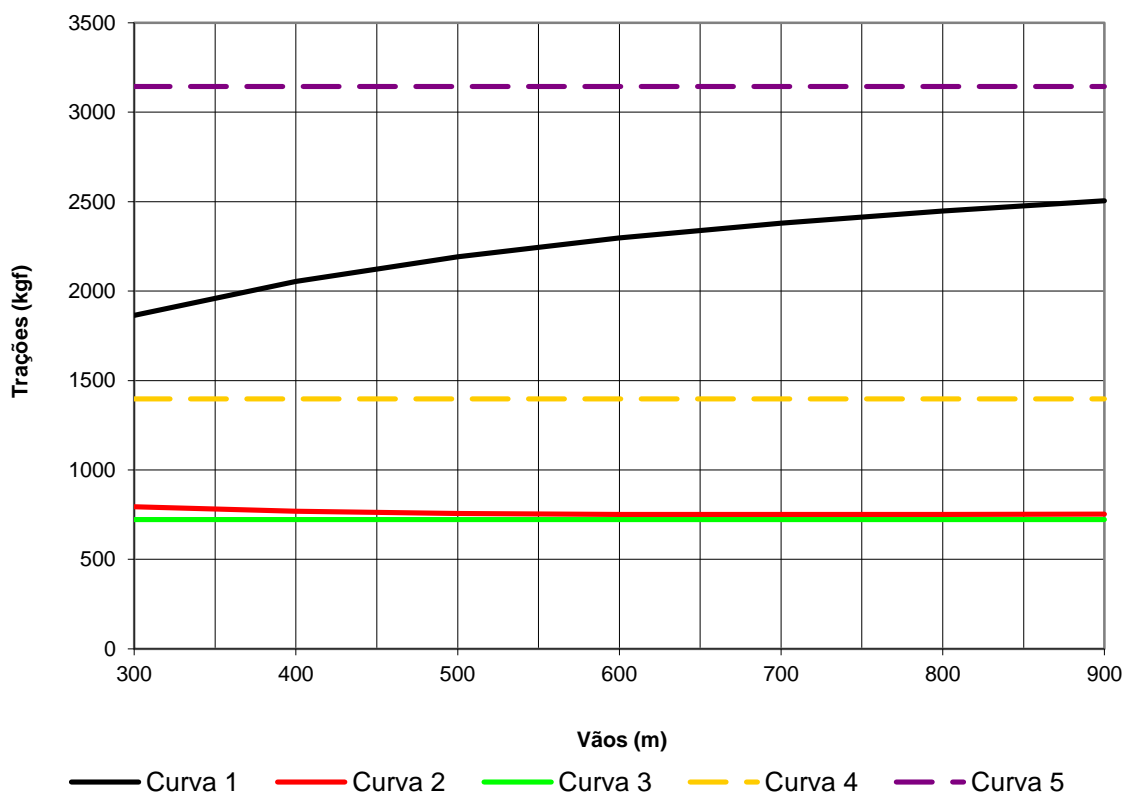


GRÁFICO PARA-RAIOS 3/8" EAR

Notação:

Curva 1: Tração (Suporte) a 16 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)

Curva 2: Tração (Suporte) a 0 °C, inicial, sem vento

Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 20 °C, final, sem vento

Curva 4: Limite de tração com temperatura mínima

Curva 5: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

OPGW1

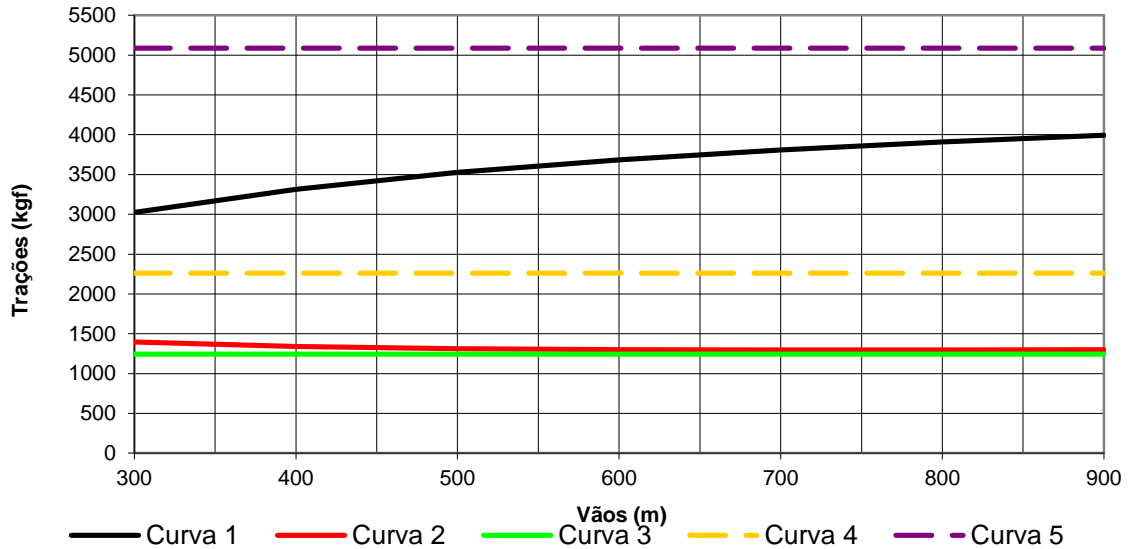


GRÁFICO PARA-RAIOS OPGW1

Notação:

Curva 1: Tração (Suporte) a 16 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)

Curva 2: Tração (Suporte) a 0 °C, inicial, sem vento

Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 20 °C, final, sem vento

Curva 4: Limite de tração com temperatura mínima

Curva 5: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

OPGW2

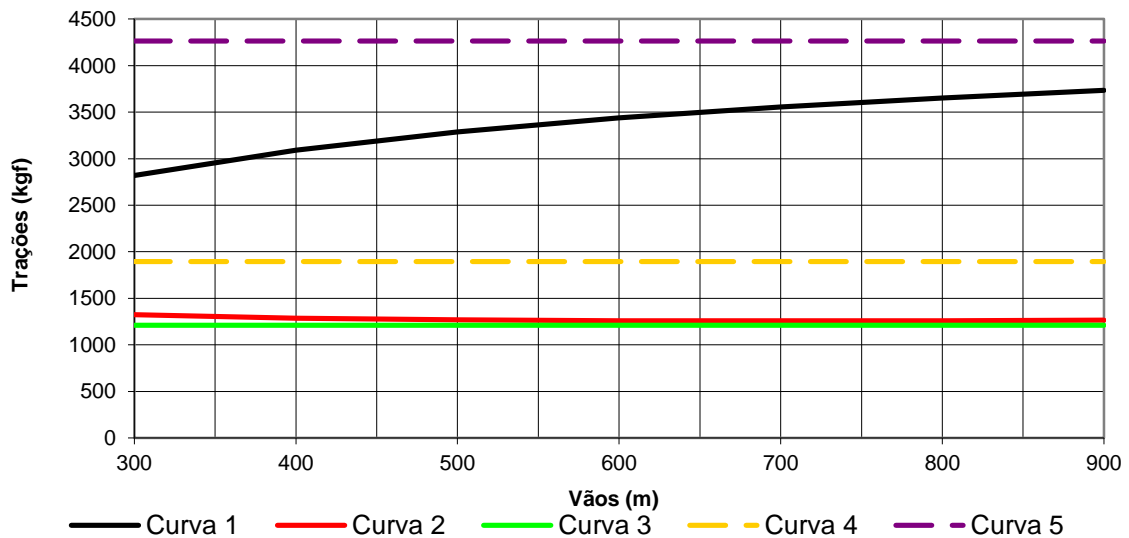


GRÁFICO PARA-RAIOS OPGW2

Notação:

Curva 1: Tração (Suporte) a 16 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)

Curva 2: Tração (Suporte) a 0 °C, inicial, sem vento

Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 20 °C, final, sem vento

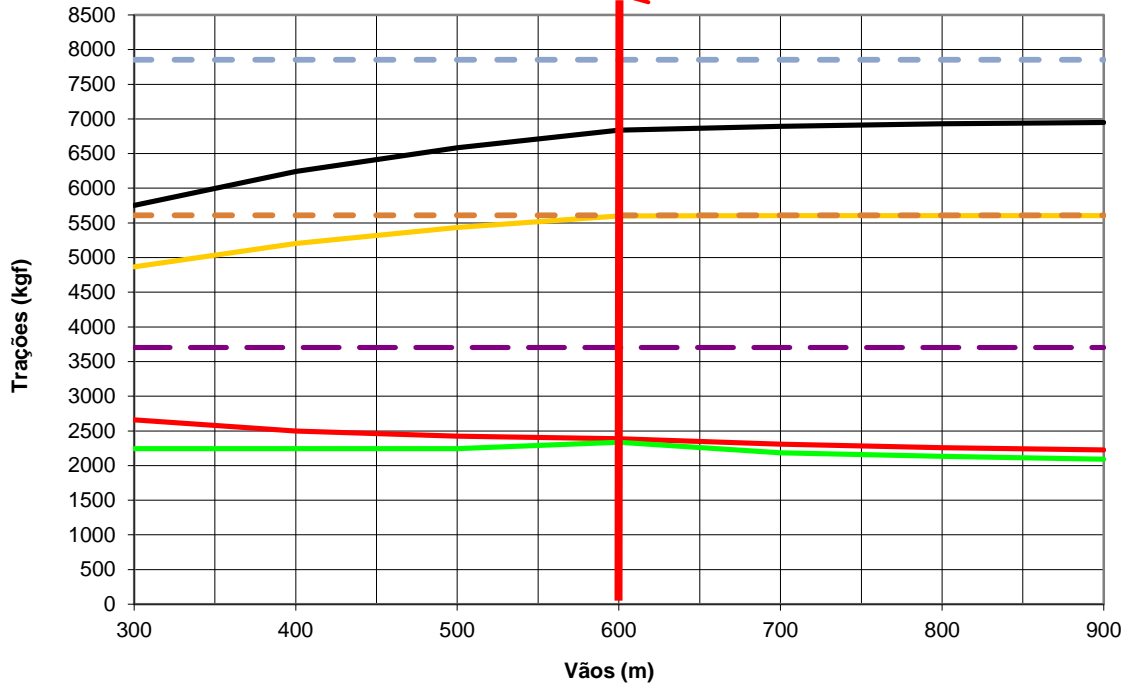
Curva 4: Limite de tração com temperatura mínima

Curva 5: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

ANEXO 2F – LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD

CAL-1120 1010 MCM

MUDANÇA DA CONDIÇÃO DE GOVERNO



- Curva 1 — Curva 2 — Curva 3 — Curva 4
- - - Curva 5 - - - Curva 6 - - - Curva 7

GRÁFICO CONDUTOR CAL Liga 1120 1010 MCM

Notação:

- Curva 1: Tração (Suporte) a 16 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)
- Curva 2: Tração (Suporte) a 0°C, inicial, sem vento
- Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 20 °C, final, sem vento
- Curva 4: Tração (Suporte) a 16 °C, final, com vento nominal (T = 50 anos)
- Curva 5: Limite de tração com temperatura mínima
- Curva 6: Limite de tração com vento nominal (T = 50 anos)
- Curva 7: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 Folha 143 de 147 |

CAA 176.9 MCM Dotterel

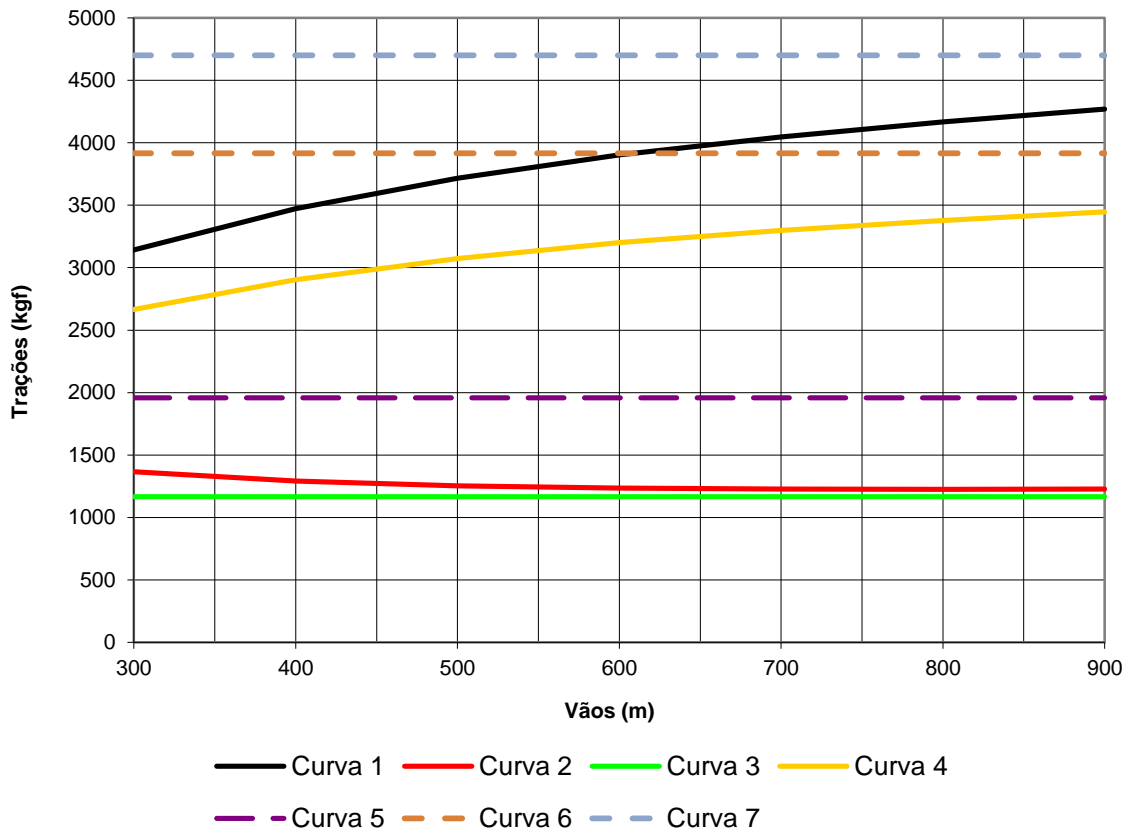


GRÁFICO PARA-RAIOS CAA DOTTEREL

Notação:

Curva 1: Tração (Suporte) a 16 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)

Curva 2: Tração (Suporte) a 0°C, inicial, sem vento

Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 20 °C, final, sem vento

Curva 4: Tração (Suporte) a 16 °C, final, com vento nominal (T = 50 anos)

Curva 5: Limite de tração com temperatura mínima

Curva 6: Limite de tração com vento nominal (T = 50 anos)

Curva 7: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

OPGW1

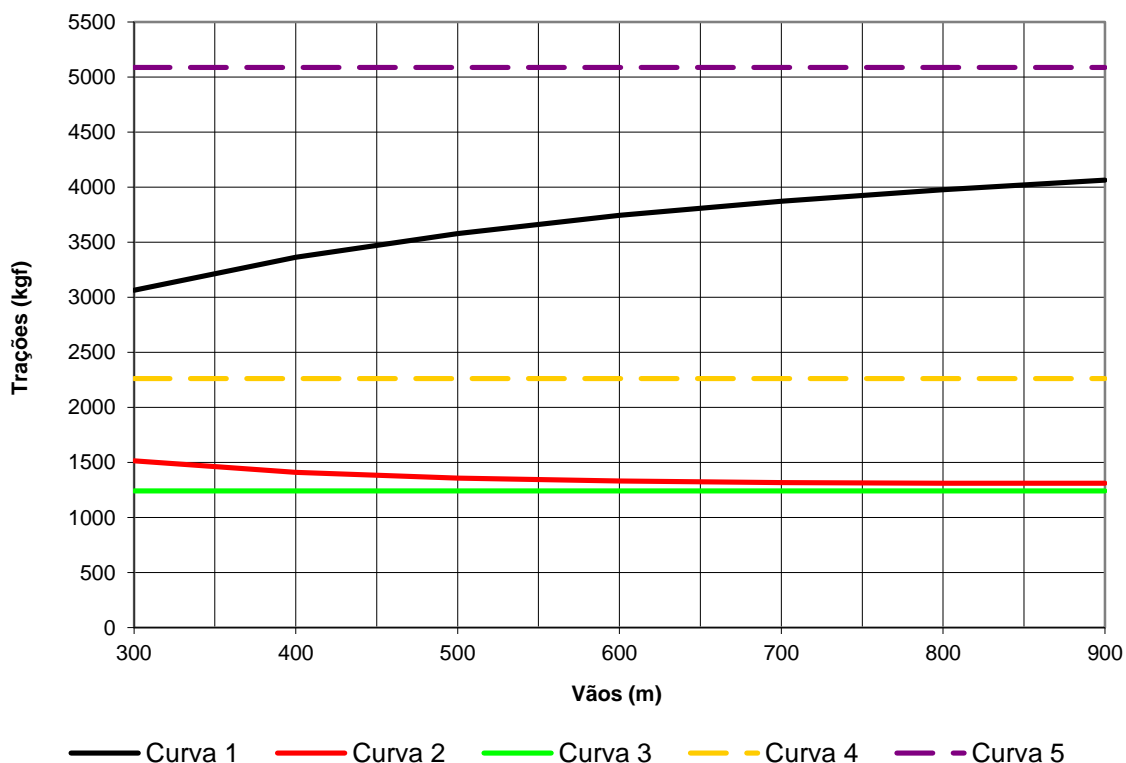


GRÁFICO PARA-RAIOS OPGW1

Notação:

Curva 1: Tração (Suporte) a 16 °C, final, com vento extremo (T = 250 anos)

Curva 2: Tração (Suporte) a 0 °C, inicial, sem vento

Curva 3: Tração de Partida (Horizontal) a 20 °C, final, sem vento

Curva 4: Limite de tração com temperatura mínima

Curva 5: Limite de tração com vento extremo (T = 250 anos)

ANEXO 3 – COMPARAÇÃO DAS FLECHAS CONDUTOR / PARA-RAIOS

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 Folha 146 de 147 |

ANEXO 3A – LT 525 kV AREIA – JOINVILLE SUL CS E CD

| Comparação das flechas | | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------|-------|-------|-----------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Vão (m) | Flechas dos cabos (m) | | | | | Relação | Relação | Relação | Relação | Relação |
| | CAL 1010 KCMIL | OPGW1 | OPGW2 | CAA Dotterel | 3/8" EAR | (B)/(A) | (C)/(A) | (D)/(A) | (E)/(A) | (F)/(A) |
| | (A) | (B) | (D) | (E) | (F) | | | | | |
| 300 | 7,05 | 6,32 | 6,34 | 6,34 | 6,34 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 400 | 12,54 | 11,25 | 11,28 | 11,28 | 11,28 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 500 | 19,61 | 17,61 | 17,64 | 17,64 | 17,64 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 600 | 28,26 | 25,39 | 25,42 | 25,42 | 25,42 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 700 | 38,51 | 34,60 | 34,63 | 34,63 | 34,63 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 800 | 50,36 | 45,25 | 45,27 | 45,28 | 45,27 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 900 | 63,83 | 57,34 | 57,36 | 57,37 | 57,36 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |

Flechas a 19 °C, sem vento, final (Valores em metros)

ANEXO 3B – LT 525 kV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS E CD

| Comparação das flechas | | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------|-------|-------|-----------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Vão (m) | Flechas dos cabos (m) | | | | | Relação | Relação | Relação | Relação | Relação |
| | CAL 1010 KCMIL | OPGW1 | OPGW2 | CAA Dotterel | 3/8" EAR | (B)/(A) | (C)/(A) | (D)/(A) | (E)/(A) | (F)/(A) |
| | (A) | (B) | (D) | (E) | (F) | | | | | |
| 300 | 7,05 | 6,37 | 6,34 | 6,34 | 6,34 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 400 | 12,54 | 11,32 | 11,28 | 11,28 | 11,28 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 500 | 19,61 | 17,68 | 17,64 | 17,64 | 17,64 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 600 | 28,26 | 25,46 | 25,42 | 25,42 | 25,42 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 700 | 38,51 | 34,67 | 34,63 | 34,63 | 34,63 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 800 | 50,36 | 45,32 | 45,27 | 45,28 | 45,27 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 900 | 63,83 | 57,42 | 57,36 | 57,37 | 57,36 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |

Flechas a 21 °C, sem vento, final (Valores em metros)



ANEXO 3C – LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS E CD

| Comparação das flechas | | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------|-------|-------|-----------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Vão (m) | Flechas dos cabos (m) | | | | | Relação | Relação | Relação | Relação | Relação |
| | CAL 1010 KCMIL | OPGW1 | OPGW2 | CAA Dotterel | 3/8" EAR | (B)/(A) | (C)/(A) | (D)/(A) | (E)/(A) | (F)/(A) |
| | (A) | (B) | (D) | (E) | (F) | | | | | |
| 300 | 7,05 | 6,35 | 6,34 | 6,34 | 6,34 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 400 | 12,54 | 11,29 | 11,28 | 11,28 | 11,28 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 500 | 19,61 | 17,64 | 17,64 | 17,64 | 17,64 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 600 | 28,26 | 25,43 | 25,42 | 25,42 | 25,42 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 700 | 38,51 | 34,64 | 34,63 | 34,63 | 34,63 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 800 | 50,36 | 45,29 | 45,27 | 45,28 | 45,27 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 900 | 63,83 | 57,38 | 57,36 | 57,37 | 57,36 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |

Flechas a 20 °C, sem vento, final (Valores em metros)



| | | | | | |
|-------------|-------------|------------------------|--------------|---------------|---------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 0 | 26/06/19 | Emissão Inicial | VRA | KCAR | RJC |
| <i>Rev.</i> | <i>Data</i> | <i>Descrição</i> | <i>Elab.</i> | <i>Verif.</i> | <i>Aprov.</i> |

| | | | | | | |
|--|--------------------|--|--------------------------------|----------|---------------------------------|----------|
| EKTT 11 Serviços de Transmissão de Energia Elétrica SPE S.A.  | | <i>Nome da Obra</i> LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | | | | |
|  | | <i>Título do Documento:</i> PROJETO BÁSICO – LOTE 1 - LEILÃO ANEEL nº 04/2018 LINHAS DE TRANSMISSÃO ÍNDICE GERAL | | | | |
| <i>Elaborado</i> | VRA | 26/06/19 | <i>Classe.Proj.</i> | Elétrica | <i>Situação. Projeto Básico</i> | |
| <i>Verificado</i> | KCAR | 26/06/19 | | | <i>Rev.</i> | 0 |
| <i>Aprovado</i> | RJC | 26/06/19 | <i>Nº Documento:</i> | | | |
| <i>Responsável</i> | CFS | 26/06/19 | | | | |
| <i>CREA Nº</i> | 200011958-9 | | LT-L-GERAL-RP-A4-1001-B | | | |

| | | |
|----|---|---|
| 1 | ÍNDICE GERAL..... | 3 |
| 2 | NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS..... | 3 |
| 3 | DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO..... | 3 |
| 4 | CONDUTOR E PARA-RAIOS..... | 3 |
| 5 | ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS..... | 3 |
| 6 | DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA PARA LOCAÇÃO DAS ESTRUTURAS..... | 3 |
| 7 | LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO..... | 4 |
| 8 | COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO..... | 4 |
| 9 | ISOLADORES E FERRAGENS..... | 4 |
| 10 | SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO..... | 4 |
| 11 | PROGRAMA DOS ENSAIOS DE CARREGAMENTO..... | 4 |
| 12 | DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES..... | 5 |
| 13 | FUNDAÇÕES TÍPICAS..... | 5 |
| 14 | SISTEMA DE ATERRAMENTO..... | 5 |
| 15 | SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA VIBRAÇÕES EÓLICAS..... | 5 |
| 16 | DIRETRIZES SELECIONADAS..... | 5 |
| 17 | SECCIONAMENTO DA LT 525 KV BLUMENAU - BIGUAÇU PARA SE GASPAR 2..... | 5 |
| 18 | SECCIONAMENTOS DA LT 525 KV CURITIBA - BLUMENAU PARA AS SES JOINVILLE SUL E GASPAR 2..... | 5 |
| 19 | SECCIONAMENTO DA LT 525 KV CURITIBA LESTE – BLUMENAU PARA SE JOINVILLE SUL..... | 6 |
| 20 | NUMERAÇÃO DOS RELATÓRIOS..... | 6 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1001-B |
| ÍNDICE GERAL | Rev. 0 |
| | Folha 2 de 6 |

1 ÍNDICE GERAL

2 NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS

Relaciona as normas técnicas a serem adotadas nos projetos básico e executivo das LTs e nos projetos, detalhamento, fabricação, ensaios, inspeção, embalagem e embarque das estruturas, cabos, isoladores, ferragens e sistema de aterramento.

3 DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO

Apresenta um resumo de todas as variáveis climatológicas de interesse para os projetos básico e executivo das LTs. Define as velocidades do vento de interesse para os projetos básico e executivo das LTs e calcula as correspondentes pressões atuando nos cabos, isoladores e estruturas.

4 CONDUTOR E PARA-RAIOS

Define os condutores e cabos para-raios a serem utilizados e informa suas principais características. Define as temperaturas dos condutores para locação das estruturas e as distâncias, a partir das subestações terminais das LTs onde serão necessárias utilização de cabos para-raios com maior capacidade de corrente.

5 ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS

A partir dos cabos selecionados, das velocidades do vento adotadas e das trações máximas permitidas, define as condições de governo para o cálculo mecânico do condutor e cabos para-raios.

6 DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA PARA LOCAÇÃO DAS ESTRUTURAS

Define as distâncias mínimas a serem mantidas pelos cabos em relação ao solo e a obstáculos sobre os quais as LTs cruzam ou dos quais se aproximam. São definidas distâncias para duas condições de operação: longa duração e curta duração (emergência).

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1001-B |
| ÍNDICE GERAL | Rev. 0 |
| | Folha 3 de 6 |

7 LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO

Define a largura a ser adotada para a faixa de servidão das LTs levando em consideração aspectos mecânicos (balanço dos cabos e cadeias) e elétricos (RI, RA, campo elétrico e campo magnético).

8 COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO

Define o tipo e número de isoladores por cadeia de suspensão e ancoragem, os espaçamentos elétricos a serem mantidos e os correspondentes ângulos de balanço. Avalia o desempenho esperado das LTs quando submetidas a descargas atmosféricas e os riscos de descargas fase-terra e fase-fase devido a surtos de manobra. Calcula os parâmetros elétricos das LTs para a configurações geométricas das estruturas predominantes.

9 ISOLADORES E FERRAGENS

Apresenta as principais características das cadeias de isoladores e ferragens e os requisitos mínimos a serem incluídos nas especificações técnicas para compra desses materiais.

10 SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO

Define as séries de estruturas a serem utilizadas nas LTs, as hipóteses de carregamento a serem consideradas no seu dimensionamento e os fatores de segurança aplicados às cargas. Apresenta a configuração geométrica das estruturas selecionadas.

11 PROGRAMA DOS ENSAIOS DE CARREGAMENTO

Apresenta os critérios e procedimentos a serem seguidos nos ensaios de carregamento, a serem realizados com as estruturas que ainda não tenham sido submetidas a esse tipo de verificação.

| | |
|---|--------------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1001-B |
| ÍNDICE GERAL | Rev. 0 |
| | Folha 4 de 6 |

12 DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES

Apresenta as memórias de cálculo e as silhuetas das estruturas predominantes das LTs.

13 FUNDAÇÕES TÍPICAS

Estabelece os procedimentos para coleta de informações de solos, define os tipos de fundações a serem utilizados em cada solo e as metodologias de cálculo a serem empregadas. Apresenta as dimensões típicas aproximadas para fundações em solos normais.

14 SISTEMA DE ATERRAMENTO

Define os materiais (contrapeso, hastes e conectores) a serem utilizados e apresenta suas características principais. Define a configuração do sistema de aterramento a ser adotado nas LTs.

15 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA VIBRAÇÕES EÓLICAS

Apresenta as principais características dos fenômenos vibratórios induzidos por ventos de baixa intensidade e define a proteção a ser utilizada em função das características dos cabos e do relevo das regiões atravessadas pelas LTs.

16 DIRETRIZES SELECIONADAS

Apresenta as diretrizes selecionadas para as LTs. Relaciona os cruzamentos com linhas de transmissão existentes identificando a LT cruzada. Define se a travessia das LTs em projeto será construída sobre ou sob as LTs existentes.

17 SECCIONAMENTO DA LT 525 KV BLUMENAU - BIGUAÇU PARA SE GASPAR 2

Define e apresenta os parâmetros para o projeto básico do Seccionamento em Circuito Duplo da LT 525 kV, Circuito Simples, Blumenau - Biguaçu para SE GASPAR 2.

18 SECCIONAMENTOS DA LT 525 KV CURITIBA - BLUMENAU PARA AS SES JOINVILLE SUL E GASPAR 2

Define e apresenta os parâmetros para o projeto básico dos Seccionamentos em Circuito Duplo da LT 525 kV, Circuito Simples, Curitiba - Blumenau para a SE JOINVILLE SUL e GASPAR 2.

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1001-B |
| ÍNDICE GERAL | Rev. 0 |
| | Folha 5 de 6 |

19 SECCIONAMENTO DA LT 525 KV CURITIBA LESTE – BLUMENAU PARA SE JOINVILLE SUL



Define e apresenta os parâmetros para o projeto básico dos Seccionamentos em Circuito Duplo da LT 525 kV, Circuito Simples, Curitiba Leste – Blumenau para SE JOINVILLE SUL.

20 NUMERAÇÃO DOS RELATÓRIOS

| TÍTULO | NÚMERO |
|--|-------------------------|
| ÍNDICE GERAL | LT-L-GERAL-RP-A4-1001-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO | LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B |
| DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA PARA LOCAÇÃO DAS ESTRUTURAS | LT-L-GERAL-RP-A4-1006-B |
| LARGURA DA FAIXA DE SERVIDÃO | LT-L-GERAL-RP-A4-1007-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO | LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B |
| PROGRAMA DOS ENSAIOS DE CARREGAMENTO | LT-L-GERAL-RP-A4-1011-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DA ESTRUTURA PREDOMINANTE | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| FUNDAÇÕES TÍPICAS | LT-L-GERAL-RP-A4-1013-B |
| SISTEMA DE ATERRAMENTO | LT-L-GERAL-RP-A4-1014-B |
| SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA VIBRAÇÕES EÓLICAS | LT-L-GERAL-RP-A4-1015-B |
| DIRETRIZES SELECIONADAS | LT-L-GERAL-RP-A4-1016-B |
| SECCIONAMENTO DA LT 525 KV BLUMENAU - BIGUAÇU PARA SE GASPAS 2 | LT-S-GERAL-RP-A4-3001-B |
| SECCIONAMENTOS DA LT 525 KV CURITIBA – BLUMENAU PARA AS SEs JOINVILLE SUL E GASPAS 2 | LT-S-GERAL-RP-A4-3002-B |
| SECCIONAMENTO DA LT 525 KV CURITIBA LESTE – BLUMENAU PARA SE JOINVILLE SUL | LT-S-GERAL-RP-A4-3003-B |

| | |
|---|--------------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1001-B |
| ÍNDICE GERAL | Rev. 0 |
| | Folha 6 de 6 |

| | | | | | |
|-------------|-------------|------------------------|--------------|---------------|---------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 0 | 26/06/19 | Emissão Inicial | VRA | KCAR | RJC |
| <i>Rev.</i> | <i>Data</i> | <i>Descrição</i> | <i>Elab.</i> | <i>Verif.</i> | <i>Aprov.</i> |

| | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|
| <p>EKTT 11 Serviços de Transmissão de Energia Elétrica SPE S.A.</p>  | | <p>Nome da Obra</p> <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> <p>Título do Documento:</p> <p>PROJETO BÁSICO – LOTE 1- LEILÃO ANEEL nº 04/2018 LINHAS DE TRANSMISSÃO</p> <p>CONDUTOR E PARA-RAIOS</p> | | | |
|  | | <p>Classe.Proj. Elétrica</p> | | <p>Situação. Projeto Básico</p> | |
| <p>Elaborado VRA 26/06/19</p> <p>Verificado KCAR 26/06/19</p> <p>Aprovado RJC 26/06/19</p> <p>Responsável CFS 26/06/19</p> <p>CREA Nº 200011958-9</p> | | <p>Rev. 0 Folha 1/83</p> | | <p>Nº Documento: LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B</p> | |

| | | |
|----|---|----|
| 1 | OBJETIVO | 3 |
| 2 | CABOS SELECIONADOS..... | 3 |
| 3 | COMPORTEAMENTO TÉRMICO DO CONDUTOR..... | 4 |
| 4 | COMPORTEAMENTO TÉRMICO DOS CABOS PARA-RAIOS..... | 10 |
| 5 | TRANSPOSIÇÃO DE FASES | 13 |
| 6 | PERDAS JOULE | 16 |
| 7 | CABOS OPGW | 18 |
| 8 | CARACTERÍSTICAS DOS CABOS SELECIONADOS..... | 19 |
| 9 | REFERÊNCIAS..... | 20 |
| 10 | ANEXOS..... | 22 |
| | ANEXO 1 – RELATÓRIOS DE SAÍDA – TEMPERATURAS DE LOCAÇÃO | 23 |
| | ANEXO 2 – DISTRIBUIÇÃO DAS CORRENTES DE CURTO-CIRCUITO..... | 36 |
| | ANEXO 3 – RELATÓRIOS DE SAÍDA – PROGRAMA PLOSSES | 62 |
| | ANEXO 4 – CONFIGURAÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS | 79 |
| | ANEXO 5 – ESQUEMA DAS TRANSPOSIÇÕES | 81 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 2 de 83 |

1 OBJETIVO

Apresentar as características principais do condutor e cabos para-raios selecionados para as LTs 525 kV integrantes do Lote 01 do Edital de Leilão nº04/2018 da ANEEL. As linhas de transmissão 525 kV integrantes do Lote 01 são:

- a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul (CS) com 281,0 km⁽¹⁾;
- b) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 (CS) com 75,8 km⁽²⁾;
- c) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu (CS) com 72,2 km⁽²⁾;

(1) A linha de transmissão LT 525 kV Areia – Joinville Sul será construída com trecho em torres de circuito duplo, por 4 km, a partir da subestação Joinville Sul, com lançamento de apenas um circuito. O segundo circuito desse trecho, em circuito duplo, será implantado futuramente.

(2) As linhas de transmissão LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 e LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu serão construídas com trechos em torres de circuito duplo, cada uma, por 4 km, a partir da subestação Itajaí 2, com lançamento de apenas um circuito cada. Os segundos circuitos desses trechos, em circuito duplo, serão implantados futuramente.

Relacionar as premissas adotadas e apresentar os estudos realizados que justificam tecnicamente a escolha desses cabos.

Definir a temperatura do condutor a ser utilizada no projeto de locação das estruturas e nos desenhos de planta e perfil.

2 CABOS SELECIONADOS

Os condutores a serem utilizados nas LTs em pauta foram objeto de estudos específicos, os quais fazem parte da documentação disponibilizada pelo Edital. Os referidos estudos (1), (2) e (3) recomendam para as fases a seguinte configuração:

LTs 525 kV (CS e CD) Areia – Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu C1

Feixe formado por 4 condutores 954 kcmil, 45/7, CAA RAIL ($\varnothing=29,59$ mm e $p=1,6002$ kgf/m)

Para o projeto básico, ora elaborado, optou-se pela substituição do condutor tipo CAA acima exposto, pelo cabo CAL-LIGA 1120 eletricamente equivalente, o que resultaria em flechas menores e torres mais baixas.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 3 de 83 |

Resultou desse estudo a seleção dos seguintes condutores:

LTs 525 kV (CS e CD) Areia – Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu C1

Feixe formado por 4 condutores 1010 kcmil, CAL liga 1120 ($\varnothing=29,34$ mm e $\rho=1,405$ kgf/m)

Os cabos para-raios foram definidos em função do nível de curto circuito especificado no Edital para cada subestação, tendo como resultado as seguintes configurações:

a) LT 525 kV (CS e CD) Areia – Joinville Sul C1

| Linha de Transmissão | Cabos Para-raios |
|------------------------------|---------------------------------------|
| ▪ Junto às SE's (21,60 km) | 1 cabo CAA DOTTEREL + 1 cabo OPGW1 |
| ▪ Restante da LT (237,80 km) | 1 cabo de aço 3/8" EAR + 1 cabo OPGW2 |

b) LT 525 kV (CS e CD) Joinville Sul – Itajaí 2 C1

| Linha de Transmissão | Cabos Para-raios |
|--|---------------------------------------|
| ▪ Junto às SE's (9,60 km) | 1 cabo CAA DOTTEREL + 1 cabo OPGW1 |
| ▪ Junto às SE's (entre 9,60 km e 19,60 km) | 1 cabo de aço 3/8" EAR + 1 cabo OPGW1 |
| ▪ Restante da LT (36,60 km) | 1 cabo de aço 3/8" EAR + 1 cabo OPGW2 |

c) LT 525 kV (CS e CD) Itajaí 2 – Biguaçu C1

| Linha de Transmissão | Cabos Para-raios |
|---|---------------------------------------|
| ▪ Junto às SE's (10,10 km) | 1 cabo CAA DOTTEREL + 1 cabo OPGW1 |
| ▪ Junto às SE's (entre 10,10 km e 20,10 km) | 1 cabo de aço 3/8" EAR + 1 cabo OPGW1 |
| ▪ Restante da LT (32,00 km) | 1 cabo de aço 3/8" EAR + 1 cabo OPGW2 |

3 COMPORTAMENTO TÉRMICO DO CONDUTOR

3.1 PREMISSAS BÁSICAS

Para cálculo da temperatura do condutor, para capacidades operativas de longa duração e de curta duração (tabela 2.2.1 do Anexo 6-01), foram considerados os parâmetros indicados Edital da ANEEL.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 4 de 83 |

Os cálculos foram desenvolvidos considerando cabos com mais de 10 anos de uso (condição mais desfavorável). Os valores adotados são resumidos a seguir:

| Longa e Curta Duração | LT 525 kV (CS e CD) Areia – Joinville Sul C1 | LT 525 kV (CS e CD) Joinville Sul – Itajaí 2 C1 | LT 525 kV (CS e CD) Itajaí 2 – Biguaçu C1 |
|----------------------------------|---|--|--|
| Temperatura ambiente | 25 °C | 27 °C | 26 °C |
| Velocidade do vento | 1 m/s | 1 m/s | 1 m/s |
| Radiação Solar | Sol a pino (12h) | Sol a pino (12h) | Sol a pino (12h) |
| Atmosfera | Limpa | Limpa | Limpa |
| Latitude média | 26°S | 26°S | 27°S |
| Azimute da diretriz | 90° | 90° | 90° |
| Resistência a 50° C | 0,06568 Ω/km | 0,06568 Ω/km | 0,06568 Ω/km |
| Altitude média | 850 m | 150 m | 250 m |
| Coefficiente de absorção (6) | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| Coefficiente de emissividade (6) | 0,7 | 0,7 | 0,7 |

Para a verificação das capacidades operativas sazonais de longa e curta duração, indicadas na tabela 2.2.2 (12) e (13) do Edital da ANEEL, foram considerados os seguintes valores:

| Sazonalidade | LT 525 kV (CS e CD) Areia – Joinville Sul C1 | LT 525 kV (CS e CD) Joinville Sul – Itajaí 2 C1 | LT 525 kV (CS e CD) Itajaí 2 – Biguaçu C1 |
|--|---|--|--|
| Temperatura verão-dia ⁽¹⁾ | 28 °C | 29 °C | 28 °C |
| Temperatura verão-noite ⁽¹⁾ | 18 °C | 22 °C | 20 °C |
| Temperatura inverno-dia ⁽¹⁾ | 22 °C | 24 °C | 23 °C |
| Temperatura inverno-noite ⁽¹⁾ | 12 °C | 16 °C | 16 °C |
| Velocidade do vento | | | |
| verão-dia e inverno-dia | 1 m/s | 1 m/s | 1 m/s |
| verão-noite e inverno-noite | 0,6 m/s | 0,6 m/s | 0,6 m/s |
| Radiação Solar | | | |
| verão-dia e inverno-dia | Sol a pino (12h) | Sol a pino (12h) | Sol a pino (12h) |
| verão-noite e inverno-noite | Sem radiação | Sem radiação | Sem radiação |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 5 de 83 |

| Sazonalidade | LT 525 kV (CS e CD) Areia – Joinville Sul C1 | LT 525 kV (CS e CD) Joinville Sul – Itajaí 2 C1 | LT 525 kV (CS e CD) Itajaí 2 – Biguaçu C1 |
|----------------------------------|--|---|---|
| Atmosfera | Limpa | Limpa | Limpa |
| Latitude média | 26°S | 26°S | 27°S |
| Azimute da diretriz | 90° | 90° | 90° |
| Resistência a 50° C | 0,06568 Ω/km | 0,06568 Ω/km | 0,06568 Ω/km |
| Altitude média | 850 m | 150 m | 250 m |
| Coefficiente de absorção (6) | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| Coefficiente de emissividade (6) | 0,7 | 0,7 | 0,7 |

Nota 1: Para base de dados de temperatura foi considerado o arquivo de dados e os mapas disponíveis no sítio do ONS.

3.2 CORRENTES E TEMPERATURAS PARA OPERAÇÃO DE LONGA E CURTA DURAÇÃO

As correntes circulando nos condutores selecionados foram calculadas utilizando a metodologia presente na referência (13). Os relatórios de saída constam do Anexo 1.

a) LT 525 kV (CS e CD) Areia – Joinville Sul C1

Os resultados obtidos indicam que as correntes de longa duração (I_{LD} no mínimo 3120 A) e curta duração (I_{CD} no mínimo 3840 A) especificadas no Edital, resultam nas temperaturas dos condutores de longa (T_{LD}) e curta duração (T_{CD}) abaixo:

Os valores encontrados são resumidos a seguir:

| | | |
|---------------------------|--|--------------------------|
| Operação de longa duração | $I_{LD} = 4 \times 780,0 \text{ A} = 3120 \text{ A}$ | $T_{LD} = 56 \text{ °C}$ |
| Operação de curta duração | $I_{CD} = 4 \times 960,0 \text{ A} = 3840 \text{ A}$ | $T_{CD} = 67 \text{ °C}$ |

Os valores adotados são resumidos a seguir:

| | | |
|---------------------------|--|--------------------------------|
| Operação de longa duração | $I_{LD} = 4 \times 780,0 \text{ A} = 3120 \text{ A}$ | $T_{LD} = 60 \text{ °C}$ |
| Operação de curta duração | $I_{CD} = 4 \times 960,0 \text{ A} = 3840 \text{ A}$ | $T_{CD} = 71 \text{ °C}^{(1)}$ |

(1) - A temperatura de curta duração foi determinada pela capacidade operativa sazonal verão-noite de curta duração da LT 525 kV (CS e CD) Joinville Sul – Itajaí 2.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 6 de 83 |

b) LT 525 kV (CS e CD) Joinville Sul – Itajaí 2 C1

Os resultados obtidos indicam que as correntes de longa duração (I_{LD} no mínimo 3200 A) e curta duração (I_{CD} no mínimo 3935 A) especificadas no Edital, resultam nas temperaturas dos condutores de longa (T_{LD}) e curta duração (T_{CD}) abaixo:

Os valores encontrados são resumidos a seguir:

| | | |
|---------------------------|---|--------------------------|
| Operação de longa duração | $I_{LD} = 4 \times 800,00 \text{ A} = 3200 \text{ A}$ | $T_{LD} = 58 \text{ °C}$ |
| Operação de curta duração | $I_{CD} = 4 \times 983,75 \text{ A} = 3935 \text{ A}$ | $T_{CD} = 69 \text{ °C}$ |

Os valores adotados são resumidos a seguir:

| | | |
|---------------------------|---|--------------------------------|
| Operação de longa duração | $I_{LD} = 4 \times 800,00 \text{ A} = 3200 \text{ A}$ | $T_{LD} = 60 \text{ °C}$ |
| Operação de curta duração | $I_{CD} = 4 \times 983,75 \text{ A} = 3935 \text{ A}$ | $T_{CD} = 71 \text{ °C}^{(1)}$ |

(1) - A temperatura de curta duração foi determinada pela capacidade operativa sazonal verão-noite de curta duração da LT 525 kV (CS e CD) Joinville Sul – Itajaí 2.

c) LT 525 kV (CS e CD) Itajaí 2 – Biguaçu C1

Os resultados obtidos indicam que as correntes de longa duração (I_{LD} no mínimo 3195 A) e curta duração (I_{CD} no mínimo 3960 A) especificadas no Edital, resultam nas temperaturas dos condutores de longa (T_{LD}) e curta duração (T_{CD}) abaixo:

Os valores encontrados são resumidos a seguir:

| | | |
|---------------------------|---|--------------------------|
| Operação de longa duração | $I_{LD} = 4 \times 798,75 \text{ A} = 3195 \text{ A}$ | $T_{LD} = 57 \text{ °C}$ |
| Operação de curta duração | $I_{CD} = 4 \times 990,00 \text{ A} = 3960 \text{ A}$ | $T_{CD} = 68 \text{ °C}$ |

Os valores adotados são resumidos a seguir:

| | | |
|---------------------------|---|--------------------------------|
| Operação de longa duração | $I_{LD} = 4 \times 798,75 \text{ A} = 3195 \text{ A}$ | $T_{LD} = 60 \text{ °C}$ |
| Operação de curta duração | $I_{CD} = 4 \times 990,00 \text{ A} = 3960 \text{ A}$ | $T_{CD} = 71 \text{ °C}^{(1)}$ |

(1) - A temperatura de curta duração foi determinada pela capacidade operativa sazonal verão-noite de curta duração da LT 525 kV (CS e CD) Joinville Sul – Itajaí 2.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 7 de 83 |

As capacidades operativas sazonais indicadas no Edital para as LTs em estudo são:

a) LT 525 kV (CS e CD) Areia – Joinville Sul C1

| Condição | Capacidade Operativa (A) | | | |
|----------------------|--------------------------|---------------|---------------|-----------------|
| | Verão - Dia | Verão - Noite | Inverno - Dia | Inverno - Noite |
| Longa duração | 3120 | 3955 | 3394 | 4000 |
| Curta duração | 3840 | 4000 | 4000 | 4000 |

As capacidades operativas sazonais de longa e curta duração, para as temperaturas de locação definidas são:

| Condição | Capacidade Operativa (A) | | | |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Verão - Dia | Verão - Noite | Inverno - Dia | Inverno - Noite |
| Longa duração (60°C) | 4 x 802 = 3208 | 4 x 1053 = 4212 | 4 x 911 = 3644 | 4 x 1122 = 4488 |
| Curta duração (71°C) | 4 x 989 = 3956 | 4 x 1169 = 4676 | 4 x 1075 = 4300 | 4 x 1230 = 4920 |

Pelos resultados obtidos conclui-se que as capacidades operativas sazonais de longa e curta duração, para as temperaturas de locação, atendem aos critérios estabelecidos no Edital.

b) LT 525 kV (CS e CD) Joinville Sul – Itajaí 2 C1

| Condição | Capacidade Operativa (A) | | | |
|----------------------|--------------------------|---------------|---------------|-----------------|
| | Verão - Dia | Verão - Noite | Inverno - Dia | Inverno - Noite |
| Longa duração | 3200 | 3996 | 3474 | 4000 |
| Curta duração | 3935 | 4000 | 4000 | 4000 |

As capacidades operativas sazonais de longa e curta duração, para as temperaturas de locação definidas são:

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 8 de 83 |

| Condição | Capacidade Operativa (A) | | | |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Verão - Dia | Verão - Noite | Inverno - Dia | Inverno - Noite |
| Longa duração (60°C) | 4 x 802 = 3208 | 4 x 1018 = 4072 | 4 x 896 = 3584 | 4 x 1092 = 4368 |
| Curta duração (71°C) | 4 x 994 = 3976 | 4 x 1143 = 4572 | 4 x 1068 = 4272 | 4 x 1207 = 4828 |

Pelos resultados obtidos conclui-se que as capacidades operativas sazonais de longa e curta duração, para as temperaturas de locação, atendem aos critérios estabelecidos no Edital.

c) LT 525 KV (CS e CD) Itajaí 2 – Biguaçu C1

| Condição | Capacidade Operativa (A) | | | |
|----------------------|--------------------------|---------------|---------------|-----------------|
| | Verão - Dia | Verão - Noite | Inverno - Dia | Inverno - Noite |
| Longa duração | 3195 | 3957 | 3473 | 4000 |
| Curta duração | 3960 | 4000 | 4000 | 4000 |

As capacidades operativas sazonais de longa e curta duração, para as temperaturas de locação definidas são:

| Condição | Capacidade Operativa (A) | | | |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | Verão - Dia | Verão - Noite | Inverno - Dia | Inverno - Noite |
| Longa duração (60°C) | 4 x 819 = 3276 | 4 x 1041 = 4164 | 4 x 911 = 3644 | 4 x 1090 = 4 360 |
| Curta duração (71°C) | 4 x 1006 = 4024 | 4 x 1163 = 4652 | 4 x 1080 = 4320 | 4 x 1205 = 4820 |

Pelos resultados obtidos conclui-se que as capacidades operativas sazonais de longa e curta duração, para as temperaturas de locação, atendem aos critérios estabelecidos no Edital.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 9 de 83 |

3.3 TEMPERATURA DO CONDUTOR PARA LOCAÇÃO DAS ESTRUTURAS

Os projetos de locação das estruturas será desenvolvido considerando o condutor na temperatura para operação de longa duração (60 °C) e as correspondentes distâncias de segurança especificadas na referência (11) para as LTs 525 kV (CS e CD) Areia – Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu C1.

As locações assim executadas deverão ser verificadas com o condutor na temperatura de curta duração (71 °C) e distâncias de segurança reduzidas (11) para as LTs 525 kV (CS e CD) Areia – Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu C1.

4 COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS CABOS PARA-RAIOS

4.1 PREMISSAS BÁSICAS

Para cálculo das correntes circulando nos cabos para-raios foram adotados os parâmetros relacionados a seguir.

Parâmetros para Cálculo das Correntes nos Cabos Para-Raios

Nível da corrente de curto circuito:

| | |
|------------------|-------|
| SE Areia | 50 kA |
| SE Joinville Sul | 50 kA |
| SE Itajaí 2 | 50 kA |
| SE Biguaçu | 50 kA |

Tempo de eliminação do defeito (15): 250 ms

Temperatura limite para os cabos:

| | |
|------------------------------|--------|
| Cabo de aço 3/8" EAR, 7 fios | 400° C |
| Cabo CAA DOTTEREL | 200° C |
| Cabos OPGW1 e OPGW2 | 180° C |

Corrente limite circulando pelos cabos, t = 250 ms:

| | |
|----------------------------------|----------|
| Cabo de aço 3/8" EAR, 7 fios (9) | 7,70 kA |
| Cabo CAA DOTTEREL (9) | 26,00 kA |
| Cabo OPGW1 | 18,00 kA |
| Cabo OPGW2 | 10,95 kA |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 10 de 83 |

Parâmetros para Cálculo das Correntes nos Cabos Para-Raios

| | |
|---|-------------------|
| Resistividade do solo | 1.000 Ω .m |
| Resistência da malha das SEs | 1,0 Ω |
| Resistência de aterramento das estruturas (10) | 20 Ω |
| Comprimento do primeiro vão das LTs | 100 m |
| Comprimento do vão típico das LTs | 500 m |
| Comprimentos das LTs | |
| LT 525 kV (CS e CD) Areia – Joinville Sul C1 | 281,0 km |
| LT 525 kV (CS e CD) Joinville Sul – Itajaí 2 C1 | 75,8 km |
| LT 525 kV (CS e CD) Itajaí 2 – Biguaçu C1 | 72,2 km |

Os cabos para-raios estão sendo considerados aterrados em todas as estruturas e conectados às malhas de terra das subestações.

4.2 METODOLOGIA DE CÁLCULO

As correntes de falta fase-terra ao longo das LTs, assim como a divisão dessas correntes pelos cabos para-raios e pelas estruturas aterradas, foram calculadas pelo programa ATP, o qual tem como base a metodologia descrita na referência (8).

Foram rodadas as seguintes configurações:

a) LT 525 kV (CS e CD) Areia – Joinville Sul C1

| | |
|----------------|--|
| Junto às SEs | ▪ 1 cabo CAA DOTTEREL de um lado da torre e 1 cabo OPGW1 do outro lado; |
| Restante da LT | ▪ 1 cabo de aço 3/8" EAR de um lado da torre e 1 cabo OPGW2 do outro lado. |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 11 de 83 |

b) LT 525 kV (CS e CD) Joinville Sul – Itajaí 2 C1

Junto às SEs (até ▪ 1 cabo CAA DOTTEREL de um lado da torre e 1 cabo 9,60 km) OPGW1 do outro lado;

Junto às SE's (entre ▪ 1 cabo de aço 3/8" EAR de um lado da torre e 1 cabo OPGW1 9,6 km e 19,60 km) do outro lado.

Restante da LT ▪ 1 cabo de aço 3/8" EAR de um lado da torre e 1 cabo OPGW2 do outro lado.

c) LT 525 kV (CS e CD) Itajaí 2 – Biguaçu C1

Junto às SEs (até ▪ 1 cabo CAA DOTTEREL de um lado da torre e 1 cabo 10,10 km) OPGW1 do outro lado;

Junto às SE's (entre ▪ 1 cabo de aço 3/8" EAR de um lado da torre e 1 cabo OPGW1 10,10 km e 20,10 km) do outro lado.

Restante da LT ▪ 1 cabo de aço 3/8" EAR de um lado da torre e 1 cabo OPGW2 do outro lado.

Para cada configuração foram rodados casos considerando o curto ocorrendo na fase mais próxima dos cabos considerados. Os relatórios de saída dos casos rodados para as LTs constam do Anexo 2.

4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A tabela a seguir relaciona as correntes nos cabos para-raios junto às SEs e nos pontos de transição entre configurações. Os valores junto às SEs foram lidos diretamente nos relatórios constantes do Anexo 2.

a) LT 525 kV (CS e CD) Areia – Joinville Sul C1

| LINHA DE TRANSMISSÃO | Valor da Corrente nos Cabos Para-Raios (kA) | | | |
|--|---|----------|-------|-------|
| | CAA DOTTEREL | 3/8" EAR | OPGW1 | OPGW2 |
| Junto às SE's | 20,03 | - | 15,98 | - |
| Transição 3/8" EAR/OPGW2 a 21,60 km das SE's | - | 2,51 | - | 10,90 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 12 de 83 |

b) LT 525 kV (CS e CD) Joinville Sul – Itajaí 2 C1

| LINHA DE TRANSMISSÃO | Valor da Corrente nos Cabos Para-Raios (kA) | | | |
|---|---|----------|-------|-------|
| | CAA DOTTEREL | 3/8" EAR | OPGW1 | OPGW2 |
| Junto às SE's | 19,09 | - | 15,27 | - |
| Transição para 3/8" EAR a 9,60 km das SE's | - | 3,33 | - | - |
| Transição para OPGW2 a 19,60 km das SE's | - | - | - | 10,91 |

c) LT 525 kV (CS e CD) Itajaí 2 – Biguaçu C1

| LINHA DE TRANSMISSÃO | Valor da Corrente nos Cabos Para-Raios (kA) | | | |
|--|---|----------|-------|-------|
| | CAA DOTTEREL | 3/8" EAR | OPGW1 | OPGW2 |
| Junto às SE's | 19,04 | - | 15,22 | - |
| Transição para 3/8" EAR a 10,10 km das SE's | - | 3,28 | - | - |
| Transição para OPGW2 a 20,10 km das SE's | - | - | - | 10,90 |

Conforme pode ser notado os valores acima atendem os limites térmicos especificados no item 4.1.

4.4 CONFIGURAÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS

A representação gráfica das configurações adotadas para os cabos para-raios, obtida das tabelas apresentadas no item 4.3, consta do Anexo 4.

5 TRANSPOSIÇÃO DE FASES

Conforme referência (14), o item 7.7.8 estabelece que, caso a linha de transmissão não seja transposta, o desequilíbrio de tensão de sequência negativa e zero deve estar limitado a 1,5%, em vazio e a plena carga.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 13 de 83 |

Neste item avalia-se o desequilíbrio entre as fases, com objetivo de definir a necessidade de implantar esquema de transposição de fases nas LTs 525 kV (CS e CD) Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu C1.

A LT 525 kV Areia – Joinville Sul (CS e CD) possui mais de 100 km de extensão e deverá ser transposta, conforme item 7.7.7 da referência (14).

5.1 PARÂMETROS UTILIZADOS

Foram utilizados os parâmetros elétricos das LTs constantes da referência (10).

As LTs foram consideradas sem transposição.

5.2 METODOLOGIA

Foram analisadas simulações no ATP/ATPDraw (Alternative Transients Program), considerando as configurações a seguir:

- Linha em vazio;
- Linha com carregamento correspondente à corrente máxima de longa duração.
- Linha com carregamento correspondente à corrente máxima de curta duração.

Nestas simulações foi considerado o sentido de fluxo de potência conforme caso ilustrado nas figuras 1 e 2, ou seja, considerada uma fonte ideal conectada a uma Subestação (SE1) e cargas na outra Subestação (SE2) para cada LT, sendo esta tal que consuma o correspondente às correntes máximas. A tensão foi monitorada no terminal da SE2.

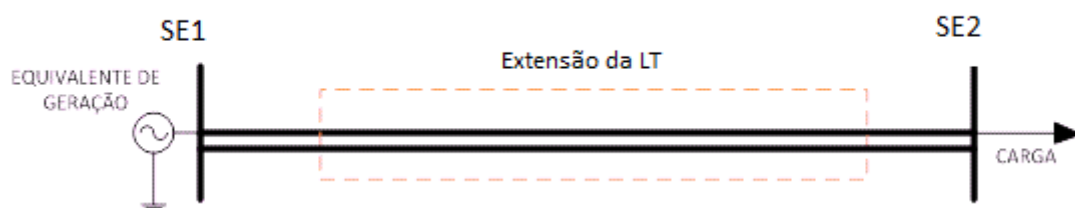


Figura 1 – Diagrama ilustrativo do sistema representado

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 14 de 83 |

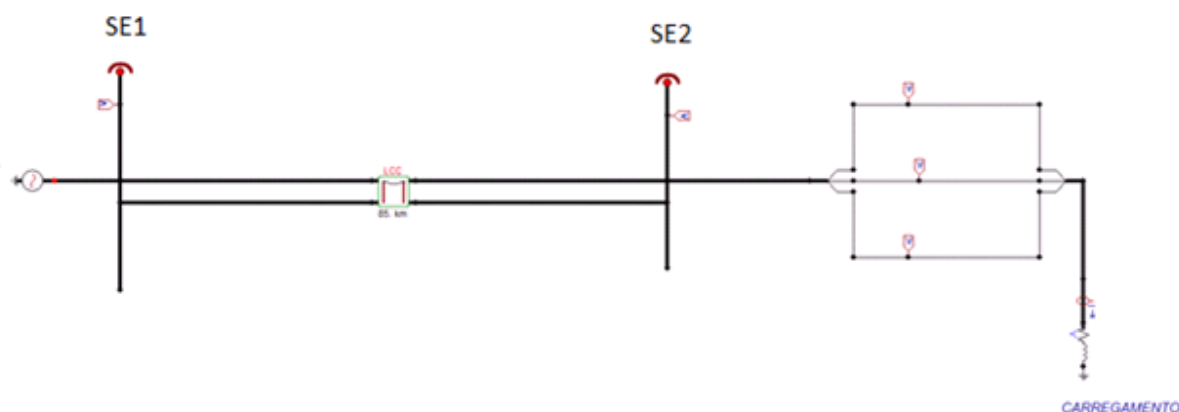


Figura 2 – Sistema Modelado no ATP

5.3 RESULTADOS OBTIDOS

a) LT 525 kV (CS e CD) Joinville Sul – Itajaí 2 C1

A tabela abaixo mostra que o maior desequilíbrio encontrado nestas linhas foi de 2,12%, considerando o carregamento máximo de curta duração. Apresentando assim o valor de desequilíbrio de tensão superior ao limite estabelecido de 1,5 %.

| | Vazio | Longa Duração | Curta Duração |
|----------------------------|----------|------------------|-----------------|
| Desequilíbrio zero (%) | 0,044440 | 0,2969807 | 0,334159 |
| Desequilíbrio negativa (%) | 0,004968 | 1,7136981 | 2,118381 |

Em função dos resultados apresentados na tabela acima, a LT 525 kV (CS e CD) Joinville Sul – Itajaí 2 C1 precisa ser transposta.

b) LT 525 kV (CS e CD) Itajaí 2 – Biguaçu C1

A tabela abaixo mostra que o maior desequilíbrio encontrado nestas linhas foi de 1,63%, considerando o carregamento máximo de curta duração. Apresentando assim o valor de desequilíbrio de tensão superior ao limite estabelecido de 1,5 %.

| | Vazio | Longa Duração | Curta Duração |
|----------------------------|----------|---------------|-----------------|
| Desequilíbrio zero (%) | 0,020189 | 0,255986 | 0,294537 |
| Desequilíbrio negativa (%) | 0,003466 | 1,310383 | 1,630984 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 15 de 83 |

Em função dos resultados apresentados na tabela acima a LT 525 kV (CS e CD) Itajaí 2 – Biguaçu C1 precisa ser transposta.

5.4 CONCLUSÕES

As LTs 525 kV (CS e CD) Areia – Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu C1 deverão ter um ciclo completo de transposição. As estruturas de transposição deverão ser posicionadas em locais que correspondam a 1/6, 1/3, 1/3 e 1/6 da extensão de cada LT, conforme arranjo esquemático mostrado no Anexo 5.

6 PERDAS JOULE

A resistência de sequência positiva da linha de transmissão foi calculada pelo programa ATP conforme relatório de saída apresentado na referência (10). Os valores obtidos atendem o limite de resistência elétrica especificado no Edital (0,0174 Ω /km).

As perdas nos cabos para-raios foram calculadas pelo programa PLOSSES para um km de LT e para as correntes de curta duração especificadas no Edital. Foram rodados casos correspondentes a todas as configurações de cabos para-raios previstas no projeto.

Os resultados obtidos constam do Anexo 3 e são resumidos a seguir:

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul C1

| | | |
|----------------|----------------------|-------------|
| Perda unitária | CAA DOTTEREL + OPGW1 | 17,40 kW/km |
| Perda unitária | 3/8" EAR + OPGW2 | 18,91 kW/km |

b) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 C1

| | | |
|----------------|----------------------|-------------|
| Perda unitária | CAA DOTTEREL + OPGW1 | 19,09 kW/km |
| Perda unitária | 3/8" EAR + OPGW1 | 17,84 kW/km |
| Perda unitária | 3/8" EAR + OPGW2 | 20,61 kW/km |

c) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu C1

| | | |
|----------------|----------------------|-------------|
| Perda unitária | CAA DOTTEREL + OPGW1 | 19,25 kW/km |
| Perda unitária | 3/8" EAR + OPGW1 | 17,99 kW/km |
| Perda unitária | 3/8" EAR + OPGW2 | 20,80 kW/km |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 16 de 83 |

As perdas unitárias nas LTs foram calculadas ponderando os valores acima com base nos comprimentos aplicados de cada tipo de cabo, ou seja:

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul C1

| | |
|----------------------|---------------------|
| CAA DOTTEREL + OPGW1 | 43,20 km (15,374%) |
| 3/8" EAR + OPGW2 | 237,80 km (84,626%) |

Resultando nos seguintes valores de perdas:

$$P_U = (15,374 \times 17,40 + 84,626 \times 18,91) / 100 = 18,68 \text{ kW/km}$$

São indicadas a seguir as perdas nos condutores, por fase e por circuito, para a mesma corrente adotada no cálculo das perdas nos cabos para-raios ($I_{CD} = 3840 \text{ A}$):

| | | |
|----------------|--|--------------|
| P_{FASE} | $= (3840^2 \times 0,0174)/1000 =$ | 256,57 kW/km |
| $P_{CIRCUITO}$ | $= 3 \times (3840^2 \times 0,0174)/1000 =$ | 769,71 kW/km |

Conforme pode ser observado, as perdas nos cabos para-raios, 18,68 kW/km é equivalente a 2,43% das perdas nos condutores. Conforme pode ser observado a perda nos cabos para-raios é inferior ao limite de 5% das perdas nos condutores, que corresponde ao valor de 38,49 kW/km.

b) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 C1

| | |
|----------------------|--------------------|
| CAA DOTTEREL + OPGW1 | 19,20 km (25,330%) |
| 3/8" EAR + OPGW1 | 20,00 km (26,385%) |
| 3/8" EAR + OPGW2 | 36,60 km (48,285%) |

Resultando nos seguintes valores de perdas:

$$P_U = (25,330 \times 19,09 + 26,385 \times 17,84 + 48,285 \times 20,61) / 100 = 19,49 \text{ kW/km}$$

São indicadas a seguir as perdas nos condutores, por fase e por circuito, para a mesma corrente adotada no cálculo das perdas nos cabos para-raios ($I_{CD} = 3935 \text{ A}$):

| | | |
|----------------|--|--------------|
| P_{FASE} | $= (3935^2 \times 0,0174)/1000 =$ | 269,43 kW/km |
| $P_{CIRCUITO}$ | $= 3 \times (3935^2 \times 0,0174)/1000 =$ | 808,29 kW/km |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 17 de 83 |

Conforme pode ser observado, as perdas nos cabos para-raios, 19,49 kW/km é equivalente a 2,41% das perdas nos condutores. Conforme pode ser observado a perda nos cabos para-raios é inferior ao limite de 5% das perdas nos condutores, que corresponde ao valor de 40,41 kW/km.

c) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu C1

| | |
|----------------------|--------------------|
| CAA DOTTEREL + OPGW1 | 20,20 km (27,978%) |
| 3/8" EAR + OPGW1 | 20,00 km (27,701%) |
| 3/8" EAR + OPGW2 | 32,00 km (44,321%) |

Resultando nos seguintes valores de perdas:

$$P_U = (27,978 \times 19,25 + 27,701 \times 17,99 + 44,321 \times 20,80) / 100 = 19,59 \text{ kW/km}$$

São indicadas a seguir as perdas nos condutores, por fase e por circuito, para a mesma corrente adotada no cálculo das perdas nos cabos para-raios ($I_{CD} = 3960 \text{ A}$):

| | | |
|----------------|--|--------------|
| P_{FASE} | $= (3960^2 \times 0,0174)/1000 =$ | 272,86 kW/km |
| $P_{CIRCUITO}$ | $= 3 \times (3960^2 \times 0,0174)/1000 =$ | 818,58 kW/km |

Conforme pode ser observado, as perdas nos cabos para-raios, 19,59 kW/km é equivalente a 2,39% das perdas nos condutores. Conforme pode ser observado a perda nos cabos para-raios é inferior ao limite de 5% das perdas nos condutores, que corresponde ao valor de 40,93 kW/km.

7 CABOS OPGW

As LTs terão cabo OPGW como um dos para-raios. Serão utilizadas fibras ópticas tipo monomodo de dispersão normal conforme NBR 13488. O número de fibras ópticas no núcleo óptico será definido no decorrer do projeto executivo.

Como não existe uma padronização para esse tipo de cabo, os cabos adotados no presente projeto básico — OPGW1 e OPGW2— poderão diferir dos cabos que vierem a ser propostos pelos fornecedores. Fica desde já garantido que os cabos OPGW efetivamente comprados terão capacidade de corrente e resistências elétricas similares às dos cabos OPGW1 e OPGW2 de modo a garantir o desempenho especificado no que se refere ao escoamento de

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 18 de 83 |

correntes de curto circuito e perdas Joule. Os cabos para-raios OPGW deverão também ter características eletromecânicas compatíveis com os cabos para-raios convencionais.

8 CARACTERÍSTICAS DOS CABOS SELECIONADOS

8.1 CONDUTOR

| Característica | Unid. | |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| Tipo | - | CAL liga 1120 |
| Bitola | kcmil | 1010 |
| Formação | fios | 61 |
| Quantidade por fase | - | 4 |
| Área do cabo | mm ² | 509,16 |
| Peso unitário | kgf/m | 1,405 |
| Diâmetro | mm | 29,34 |
| Carga de ruptura (GA) | kgf | 11.217,83 |

8.2 CABOS PARA-RAIOS CONVENCIONAIS

| Característica | Unid. | Junto às SEs | Restante da LT |
|---------------------------------------|------------------------|--------------|-----------------|
| Tipo | - | CAA DOTTEREL | Aço Zincado EAR |
| Bitola | - | 176,9 kcmil | 3/8" |
| Formação | - | 12/7 | 7 fios |
| Galvanização fios de aço | - | Classe A | Classe A |
| Área do cabo | mm ² | 141,94 | 51,08 |
| Peso unitário | kgf/m | 0,657 | 0,407 |
| Diâmetro | mm | 15,42 | 9,144 |
| Módulo de elasticidade final | kgf/mm ² | 10.532 | 18.500 |
| Coeficiente de dilatação linear final | x 10 ⁻⁶ /°C | 15,3 | 11,5 |
| Carga de ruptura (GA) | kgf | 7.834 | 6.985 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 19 de 83 |

8.3 CABOS PARA-RAIOS OPGW

| Característica | Junto às SEs | Restante da LT |
|--|---------------------|-----------------------|
| Tipo | OPGW1 | OPGW2 |
| Forma construtiva | Loose | Loose |
| Elemento de proteção do núcleo óptico | Tubo metálico | Tubo metálico |
| Diâmetro máximo do cabo completo (mm) | 14,4 | 13,4 |
| Peso unitário máximo do cabo completo (kg/m) | 0,700 | 0,682 |
| Capacidade mínima de corrente de curto-circuito ($T_i = 50^{\circ}\text{C}$; $T_f = 180^{\circ}\text{C}$) ($\text{kA}^2.\text{s}$) | 81 | 30 |

Para a aquisição dos cabos OPGW, que são cabos não padronizados, deverão ser respeitados os requisitos contidos neste item 8.3

9 REFERÊNCIAS

- 1 Relatório R2 – Detalhamento da Alternativa LT 525 kV Joinville Sul – Areia C1, DES: L000-732-0001, rev 0, 04/10/2017.
- 2 Relatório R2 – Detalhamento da Alternativa LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 C1, DES: L000-732-0002, rev 0, 06/10/2017.
- 3 Relatório R2 – Detalhamento da Alternativa LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu C1, DES: S000-732-0002, rev 0, 06/10/2017.
- 4 Projeto Básico, ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B.
- 5 Projeto Básico, DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADES DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B.
- 6 Artigo IEEE C74.003.0 – Thermal ratings for bare overhead conductors. Glenn A. Davidson et al.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 20 de 83 |

- 7 ALCOA conductor engineering handbook, section 6 – current-temperature characteristics of aluminum conductors.
- 8 Artigo IEEE 70TP101-PWR, 1970 - General equations for fault currents in transmission line ground wires.
- 9 NBR 8449 – Dimensionamento de cabos para-raios para linhas aéreas de transmissão de energia elétrica.
- 10 Projeto Básico, COORDENAÇÃO DO ISOLAMENTO, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1008-B.
- 11 Projeto Básico, DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA PARA LOCAÇÃO DAS ESTRUTURAS, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1006-B.
- 12 Resolução Normativa nº 191/2005 – Capacidade Operativa – Agencia Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.
- 13 Nota Técnica – ONS NT 0094/2016 – Metodologia para Cálculo da Capacidade Sazonal de Projetos de Linhas de Transmissão a serem licitadas.
- 14 Submódulo 2.4 – Requisitos mínimos para linhas de transmissão – Revisão 2016.12 – Data de Vigência 01/01/2017
- 15 Submódulo 2.6 – Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 21 de 83 |

10 ANEXOS

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 22 de 83 |

ANEXO 1 – RELATÓRIOS DE SAÍDA – TEMPERATURAS DE LOCAÇÃO

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 23 de 83 |

ANEXO 1A – LT 525 KV (CS E CD) AREIA – JOINVILLE SUL C1

Dados do Cabo

Condutor: CAL_1120 1005 61 fios
 Número de Condutores no Feixe (unid): 4
 Diâmetro Externo (mm): 29.34
 Diâmetro dos Fios Externos (mm): 3.26
 Área Total do Cabo (mm²): 509.16
 Camadas de Alumínio (unid): 4
 Resistência Elétrica a 20°C (ohm/km): 0.0588
 Tipo de Resistência: DC
 Coeficiente de Variação da Resistência (ohm/°C): 0.0039

Dados Climatológicos

Velocidade do Vento (m/s): 1
 Ângulo de Incidência do Vento (°): 90
 Altitude Média da LT (m): 850
 Temperatura Ambiente (°C): 25
 Coeficiente de Absorção: 0.9
 Coeficiente de Emissividade: 0.7
 Radiação Incidente Global (W/m²): 1000

Dados de Projeto

Corrente de Longa Duração (A): 3120
 Corrente de Curta Duração (A): 3840
 Temperatura Inicial (°C): 40
 Temperatura Final (°C): 150

Resultados Cálculo da Temperatura de Locação

Temperatura de Longa Duração Calculada (°C): 56
 Temperatura de Longa Duração Adotada (°C): 60
 Ganho de Calor por Aquecimento (W/m):
 Perda de Calor por Radiação (W/m):
 Perda de Calor por Convecção (W/m):

Temperatura de Curta Duração Calculada (°C): 67
 Temperatura de Curta Duração Adotada (°C): 71
 Ganho de Calor por Aquecimento (W/m):
 Perda de Calor por Radiação (W/m):
 Perda de Calor por Convecção (W/m):

| Temperatura | Corrente |
|-------------|----------|
| 50 | 650 |
| 51 | 675 |
| 52 | 698 |
| 53 | 720 |
| 54 | 742 |
| 55 | 763 |
| 56 | 783 |
| 57 | 803 |
| 58 | 822 |
| 59 | 840 |
| 60 | 858 |
| 61 | 876 |
| 62 | 893 |
| 63 | 910 |
| 64 | 927 |
| 65 | 943 |
| 66 | 959 |
| 67 | 974 |
| 68 | 989 |
| 69 | 1004 |
| 70 | 1019 |
| 71 | 1033 |
| 72 | 1047 |
| 73 | 1061 |
| 74 | 1075 |
| 75 | 1088 |

**LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1**

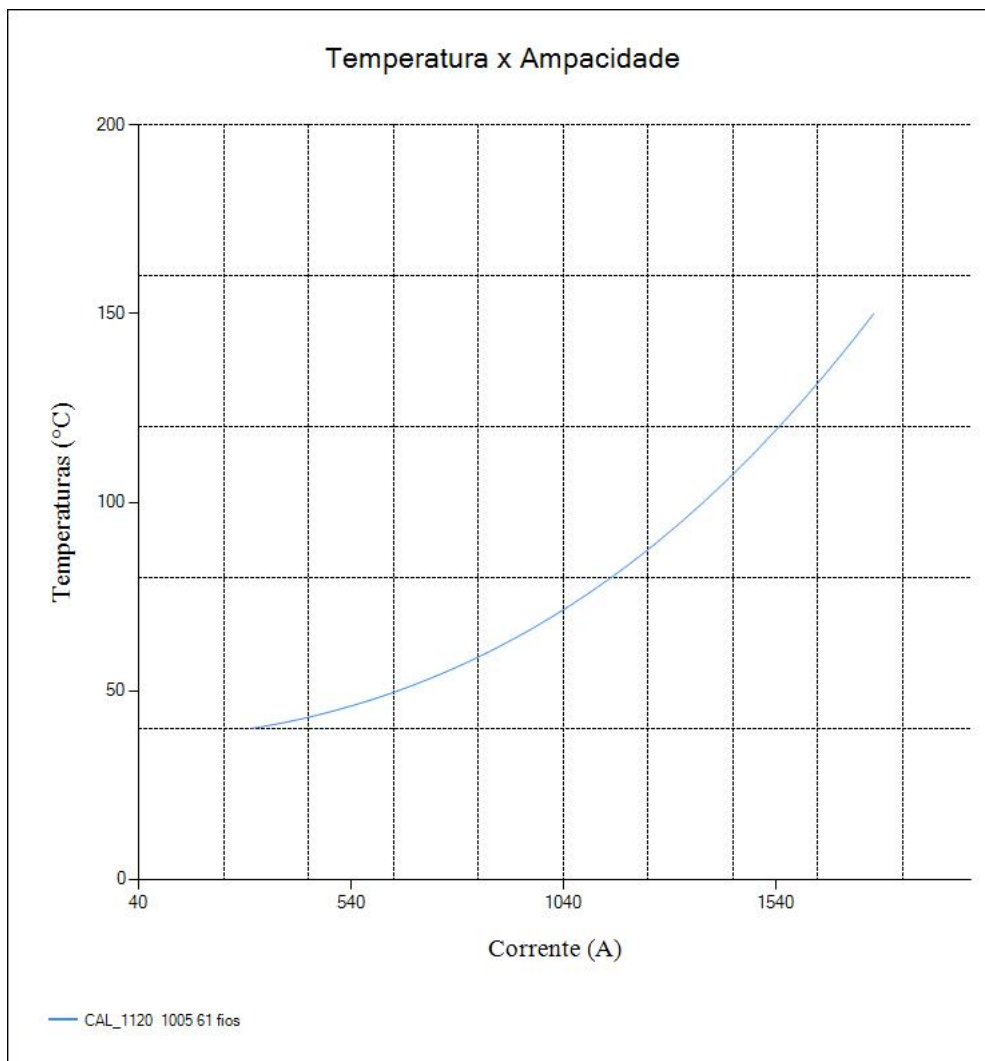
LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 24 de 83

| | |
|-----|------|
| 76 | 1101 |
| 77 | 1114 |
| 78 | 1127 |
| 79 | 1139 |
| 80 | 1152 |
| 81 | 1164 |
| 82 | 1176 |
| 83 | 1188 |
| 84 | 1200 |
| 85 | 1211 |
| 86 | 1223 |
| 87 | 1234 |
| 88 | 1245 |
| 89 | 1256 |
| 90 | 1267 |
| 91 | 1278 |
| 92 | 1289 |
| 93 | 1299 |
| 94 | 1310 |
| 95 | 1320 |
| 96 | 1330 |
| 97 | 1340 |
| 98 | 1350 |
| 99 | 1360 |
| 100 | 1370 |



| | |
|--|----------------------------------|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B</p> |
| <p>CONDUTOR E PARA-RAIOS</p> | <p>Rev. 0 Folha 25 de 83</p> |

***** CÁLCULO DA TEMPERATURA DE LOCAÇÃO - SAZONALIDADE VERÃO E INVERNO DIA *****

Dados do Cabo

Condutor: CAL_1120 1005 61 fios
 Número de Condutores no Feixe (unid): 4
 Diâmetro Externo (mm): 29.34
 Diâmetro dos Fios Externos (mm): 3.26
 Área Total do Cabo (mm²): 509.16
 Camadas de Alumínio (unid): 4
 Resistência Elétrica a 20°C (ohm/km): 0.0588
 Tipo de Resistência: DC
 Coeficiente de Variação da Resistência (ohm/°C): 0.0039

Dados Climatológicos

Velocidade do Vento (m/s): 1
 Ângulo de Incidência do Vento (°): 90
 Altitude Média da LT (m): 850
 Temperatura Ambiente (°C): 28 (VERÃO DIA)
 Temperatura Ambiente (°C): 22 (INVERNO DIA)
 Coeficiente de Absorção: 0.9
 Coeficiente de Emissividade: 0.7
 Radiação Incidente Global (W/m²): 1000

SAZONALIDADE VERÃO - DIA

| Temperatura | Corrente |
|-------------|----------|
| 50 | 571 |
| 51 | 599 |
| 52 | 625 |
| 53 | 651 |
| 54 | 675 |
| 55 | 698 |
| 56 | 720 |
| 57 | 742 |
| 58 | 763 |
| 59 | 783 |
| 60 | 802 |
| 61 | 822 |
| 62 | 840 |
| 63 | 858 |
| 64 | 876 |
| 65 | 893 |
| 66 | 910 |
| 67 | 926 |
| 68 | 942 |
| 69 | 958 |
| 70 | 974 |
| 71 | 989 |
| 72 | 1004 |
| 73 | 1018 |
| 74 | 1032 |
| 75 | 1046 |
| 76 | 1060 |
| 77 | 1074 |
| 78 | 1087 |
| 79 | 1100 |
| 80 | 1113 |
| 81 | 1126 |
| 82 | 1139 |
| 83 | 1151 |
| 84 | 1163 |
| 85 | 1176 |
| 86 | 1187 |
| 87 | 1199 |
| 88 | 1211 |
| 89 | 1222 |
| 90 | 1234 |

SAZONALIDADE INVERNO - DIA

| Temperatura | Corrente |
|-------------|----------|
| 50 | 720 |
| 51 | 742 |
| 52 | 763 |
| 53 | 783 |
| 54 | 803 |
| 55 | 822 |
| 56 | 841 |
| 57 | 859 |
| 58 | 877 |
| 59 | 894 |
| 60 | 911 |
| 61 | 927 |
| 62 | 943 |
| 63 | 959 |
| 64 | 975 |
| 65 | 990 |
| 66 | 1005 |
| 67 | 1019 |
| 68 | 1034 |
| 69 | 1048 |
| 70 | 1062 |
| 71 | 1075 |
| 72 | 1089 |
| 73 | 1102 |
| 74 | 1115 |
| 75 | 1128 |
| 76 | 1140 |
| 77 | 1153 |
| 78 | 1165 |
| 79 | 1177 |
| 80 | 1189 |
| 81 | 1201 |
| 82 | 1212 |
| 83 | 1224 |
| 84 | 1235 |
| 85 | 1246 |
| 86 | 1257 |
| 87 | 1268 |
| 88 | 1279 |
| 89 | 1289 |
| 90 | 1300 |

**LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1**
LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B
CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 26 de 83

***** CÁLCULO DA TEMPERATURA DE LOCAÇÃO - SAZONALIDADE VERÃO E INVERNO NOITE *****

Dados do Cabo

Condutor: CAL_1120 1005 61 fios
 Número de Condutores no Feixe (unid): 4
 Diâmetro Externo (mm): 29.34
 Diâmetro dos Fios Externos (mm): 3.26
 Área Total do Cabo (mm²): 509.16
 Camadas de Alumínio (unid): 4
 Resistência Elétrica a 20°C (ohm/km): 0.0588
 Tipo de Resistência: DC
 Coeficiente de Variação da Resistência (ohm/°C): 0.0039

Dados Climatológicos

Velocidade do Vento (m/s): 0.6
 Ângulo de Incidência do Vento (°): 90
 Altitude Média da LT (m): 850
 Temperatura Ambiente (°C): 18 (VERÃO NOITE)
 Temperatura Ambiente (°C): 12 (INVERNO NOITE)
 Coeficiente de Absorção: 0.9
 Coeficiente de Emissividade: 0.7
 Radiação Incidente Global (W/m²): 0

SAZONALIDADE VERÃO - NOITE

| Temperatura | Corrente |
|-------------|----------|
| 50 | 929 |
| 51 | 943 |
| 52 | 956 |
| 53 | 969 |
| 54 | 981 |
| 55 | 994 |
| 56 | 1006 |
| 57 | 1018 |
| 58 | 1030 |
| 59 | 1041 |
| 60 | 1053 |
| 61 | 1064 |
| 62 | 1075 |
| 63 | 1086 |
| 64 | 1097 |
| 65 | 1108 |
| 66 | 1119 |
| 67 | 1129 |
| 68 | 1139 |
| 69 | 1149 |
| 70 | 1160 |
| 71 | 1169 |
| 72 | 1179 |
| 73 | 1189 |
| 74 | 1199 |
| 75 | 1208 |
| 76 | 1218 |
| 77 | 1227 |
| 78 | 1236 |
| 79 | 1245 |
| 80 | 1254 |
| 81 | 1263 |
| 82 | 1272 |
| 83 | 1281 |
| 84 | 1289 |
| 85 | 1298 |
| 86 | 1306 |
| 87 | 1315 |
| 88 | 1323 |
| 89 | 1332 |
| 90 | 1340 |

SAZONALIDADE INVERNO - NOITE

| Temperatura | Corrente |
|-------------|----------|
| 50 | 1009 |
| 51 | 1021 |
| 52 | 1033 |
| 53 | 1045 |
| 54 | 1056 |
| 55 | 1068 |
| 56 | 1079 |
| 57 | 1090 |
| 58 | 1101 |
| 59 | 1111 |
| 60 | 1122 |
| 61 | 1132 |
| 62 | 1142 |
| 63 | 1153 |
| 64 | 1163 |
| 65 | 1173 |
| 66 | 1182 |
| 67 | 1192 |
| 68 | 1202 |
| 69 | 1211 |
| 70 | 1220 |
| 71 | 1230 |
| 72 | 1239 |
| 73 | 1248 |
| 74 | 1257 |
| 75 | 1266 |
| 76 | 1275 |
| 77 | 1283 |
| 78 | 1292 |
| 79 | 1300 |
| 80 | 1309 |
| 81 | 1317 |
| 82 | 1326 |
| 83 | 1334 |
| 84 | 1342 |
| 85 | 1350 |
| 86 | 1358 |
| 87 | 1366 |
| 88 | 1374 |
| 89 | 1382 |
| 90 | 1390 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 27 de 83

ANEXO 1B – LT 525 KV (CS E CD) JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 C1

Dados do Cabo

Condutor: CAL_1120 1005 61 fios
 Número de Condutores no Feixe (unid): 4
 Diâmetro Externo (mm): 29.34
 Diâmetro dos Fios Externos (mm): 3.26
 Área Total do Cabo (mm²): 509.16
 Camadas de Alumínio (unid): 4
 Resistência Elétrica a 20°C (ohm/km): 0.0588
 Tipo de Resistência: DC
 Coeficiente de Variação da Resistência (ohm/°C): 0.0039

Dados Climatológicos

Velocidade do Vento (m/s): 1
 Ângulo de Incidência do Vento (°): 90
 Altitude Média da LT (m): 150
 Temperatura Ambiente (°C): 27
 Coeficiente de Absorção: 0.9
 Coeficiente de Emissividade: 0.7
 Radiação Incidente Global (W/m²): 1000

Dados de Projeto

Corrente de Longa Duração (A): 3200
 Corrente de Curta Duração (A): 3935
 Temperatura Inicial (°C): 40
 Temperatura Final (°C): 150

Resultados Cálculo da Temperatura de Locação

Temperatura de Longa Duração Calculada (°C): 58
 Temperatura de Longa Duração Adotada (°C): 60
 Ganho de Calor por Aquecimento (W/m): 26.41
 Perda de Calor por Radiação (W/m): 14.28
 Perda de Calor por Convecção (W/m): 56.12

Temperatura de Curta Duração Calculada (°C): 69
 Temperatura de Curta Duração Adotada (°C): 71
 Ganho de Calor por Aquecimento (W/m): 26.41
 Perda de Calor por Radiação (W/m): 20.42
 Perda de Calor por Convecção (W/m): 76.06

| Temperatura | Corrente |
|-------------|----------|
| 50 | 618 |
| 51 | 645 |
| 52 | 670 |
| 53 | 694 |
| 54 | 717 |
| 55 | 739 |
| 56 | 761 |
| 57 | 782 |
| 58 | 802 |
| 59 | 822 |
| 60 | 841 |
| 61 | 860 |
| 62 | 878 |
| 63 | 896 |
| 64 | 913 |
| 65 | 930 |
| 66 | 947 |
| 67 | 963 |
| 68 | 979 |
| 69 | 994 |
| 70 | 1009 |
| 71 | 1024 |
| 72 | 1039 |
| 73 | 1053 |
| 74 | 1068 |
| 75 | 1082 |

**LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1**

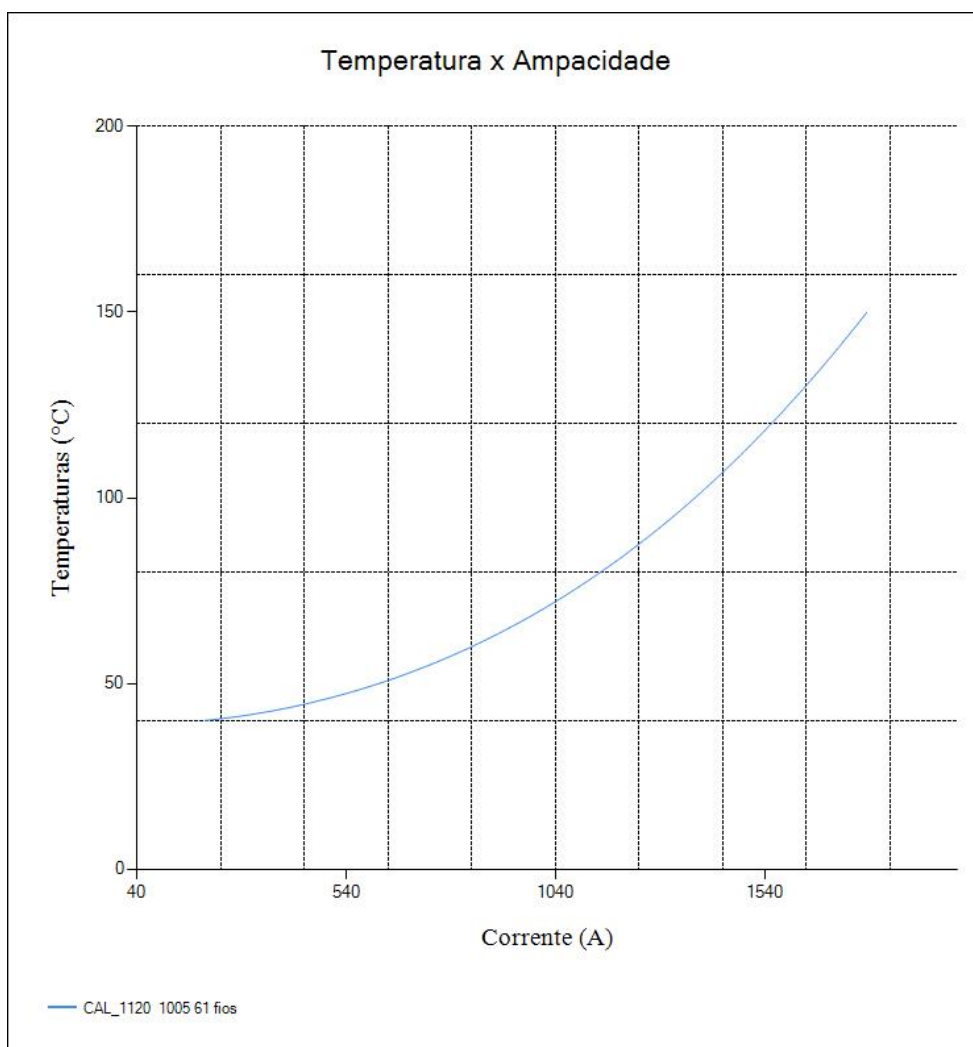
LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 28 de 83

| | |
|-----|------|
| 76 | 1095 |
| 77 | 1109 |
| 78 | 1122 |
| 79 | 1135 |
| 80 | 1148 |
| 81 | 1161 |
| 82 | 1173 |
| 83 | 1186 |
| 84 | 1198 |
| 85 | 1210 |
| 86 | 1222 |
| 87 | 1233 |
| 88 | 1245 |
| 89 | 1256 |
| 90 | 1267 |
| 91 | 1279 |
| 92 | 1290 |
| 93 | 1300 |
| 94 | 1311 |
| 95 | 1322 |
| 96 | 1332 |
| 97 | 1343 |
| 98 | 1353 |
| 99 | 1363 |
| 100 | 1373 |



| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 29 de 83 |

***** CÁLCULO DA TEMPERATURA DE LOCAÇÃO - SAZONALIDADE VERÃO E INVERNO DIA *****

Dados do Cabo

Condutor: CAL_1120 1005 61 fios
 Número de Condutores no Feixe (unid): 4
 Diâmetro Externo (mm): 29.34
 Diâmetro dos Fios Externos (mm): 3.26
 Área Total do Cabo (mm²): 509.16
 Camadas de Alumínio (unid): 4
 Resistência Elétrica a 20°C (ohm/km): 0.0588
 Tipo de Resistência: DC
 Coeficiente de Variação da Resistência (ohm/°C): 0.0039

Dados Climatológicos

Velocidade do Vento (m/s): 1
 Ângulo de Incidência do Vento (°): 90
 Altitude Média da LT (m): 150
 Temperatura Ambiente (°C): 29 (VERÃO DIA)
 Temperatura Ambiente (°C): 24 (INVERNO DIA)
 Coeficiente de Absorção: 0.9
 Coeficiente de Emissividade: 0.7
 Radiação Incidente Global (W/m²): 1000

SAZONALIDADE VERÃO - DIA

| Temperatura | Corrente |
|-------------|----------|
| 50 | 562 |
| 51 | 591 |
| 52 | 619 |
| 53 | 645 |
| 54 | 670 |
| 55 | 694 |
| 56 | 717 |
| 57 | 739 |
| 58 | 761 |
| 59 | 782 |
| 60 | 802 |
| 61 | 822 |
| 62 | 841 |
| 63 | 860 |
| 64 | 878 |
| 65 | 895 |
| 66 | 913 |
| 67 | 930 |
| 68 | 946 |
| 69 | 962 |
| 70 | 978 |
| 71 | 994 |
| 72 | 1009 |
| 73 | 1024 |
| 74 | 1039 |
| 75 | 1053 |
| 76 | 1067 |
| 77 | 1081 |
| 78 | 1095 |
| 79 | 1108 |
| 80 | 1122 |
| 81 | 1135 |
| 82 | 1147 |
| 83 | 1160 |
| 84 | 1173 |
| 85 | 1185 |
| 86 | 1197 |
| 87 | 1209 |
| 88 | 1221 |
| 89 | 1233 |
| 90 | 1244 |

SAZONALIDADE INVERNO - DIA

| Temperatura | Corrente |
|-------------|----------|
| 50 | 694 |
| 51 | 717 |
| 52 | 740 |
| 53 | 761 |
| 54 | 782 |
| 55 | 803 |
| 56 | 822 |
| 57 | 842 |
| 58 | 860 |
| 59 | 879 |
| 60 | 896 |
| 61 | 914 |
| 62 | 931 |
| 63 | 947 |
| 64 | 963 |
| 65 | 979 |
| 66 | 995 |
| 67 | 1010 |
| 68 | 1025 |
| 69 | 1040 |
| 70 | 1054 |
| 71 | 1068 |
| 72 | 1082 |
| 73 | 1096 |
| 74 | 1110 |
| 75 | 1123 |
| 76 | 1136 |
| 77 | 1149 |
| 78 | 1162 |
| 79 | 1174 |
| 80 | 1186 |
| 81 | 1199 |
| 82 | 1211 |
| 83 | 1222 |
| 84 | 1234 |
| 85 | 1246 |
| 86 | 1257 |
| 87 | 1268 |
| 88 | 1279 |
| 89 | 1290 |
| 90 | 1301 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 30 de 83

***** CÁLCULO DA TEMPERATURA DE LOCAÇÃO - SAZONALIDADE VERÃO E INVERNO NOITE *****

Dados do Cabo

Condutor: CAL_1120 1005 61 fios
 Número de Condutores no Feixe (unid): 4
 Diâmetro Externo (mm): 29.34
 Diâmetro dos Fios Externos (mm): 3.26
 Área Total do Cabo (mm²): 509.16
 Camadas de Alumínio (unid): 4
 Resistência Elétrica a 20°C (ohm/km): 0.0588
 Tipo de Resistência: DC
 Coeficiente de Variação da Resistência (ohm/°C): 0.0039

Dados Climatológicos

Velocidade do Vento (m/s): 0.6
 Ângulo de Incidência do Vento (°): 90
 Altitude Média da LT (m): 150
 Temperatura Ambiente (°C): 22 (VERÃO NOITE)
 Temperatura Ambiente (°C): 16 (INVERNO NOITE)
 Coeficiente de Absorção: 0.9
 Coeficiente de Emissividade: 0.7
 Radiação Incidente Global (W/m²): 0

SAZONALIDADE VERÃO - NOITE

| Temperatura | Corrente |
|-------------|----------|
| 50 | 884 |
| 51 | 899 |
| 52 | 913 |
| 53 | 927 |
| 54 | 941 |
| 55 | 954 |
| 56 | 967 |
| 57 | 981 |
| 58 | 993 |
| 59 | 1006 |
| 60 | 1018 |
| 61 | 1031 |
| 62 | 1043 |
| 63 | 1054 |
| 64 | 1066 |
| 65 | 1078 |
| 66 | 1089 |
| 67 | 1100 |
| 68 | 1111 |
| 69 | 1122 |
| 70 | 1133 |
| 71 | 1143 |
| 72 | 1154 |
| 73 | 1164 |
| 74 | 1174 |
| 75 | 1184 |
| 76 | 1194 |
| 77 | 1204 |
| 78 | 1214 |
| 79 | 1224 |
| 80 | 1233 |
| 81 | 1243 |
| 82 | 1252 |
| 83 | 1261 |
| 84 | 1270 |
| 85 | 1279 |
| 86 | 1288 |
| 87 | 1297 |
| 88 | 1306 |
| 89 | 1315 |
| 90 | 1323 |

SAZONALIDADE INVERNO - NOITE

| Temperatura | Corrente |
|-------------|----------|
| 50 | 971 |
| 51 | 984 |
| 52 | 997 |
| 53 | 1009 |
| 54 | 1022 |
| 55 | 1034 |
| 56 | 1046 |
| 57 | 1058 |
| 58 | 1069 |
| 59 | 1081 |
| 60 | 1092 |
| 61 | 1103 |
| 62 | 1114 |
| 63 | 1125 |
| 64 | 1136 |
| 65 | 1146 |
| 66 | 1157 |
| 67 | 1167 |
| 68 | 1177 |
| 69 | 1187 |
| 70 | 1197 |
| 71 | 1207 |
| 72 | 1217 |
| 73 | 1226 |
| 74 | 1236 |
| 75 | 1245 |
| 76 | 1255 |
| 77 | 1264 |
| 78 | 1273 |
| 79 | 1282 |
| 80 | 1291 |
| 81 | 1300 |
| 82 | 1308 |
| 83 | 1317 |
| 84 | 1326 |
| 85 | 1334 |
| 86 | 1343 |
| 87 | 1351 |
| 88 | 1359 |
| 89 | 1368 |
| 90 | 1376 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 31 de 83

ANEXO 1C – LT 525 KV (CS E CD) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1

Dados do Cabo

Condutor: CAL_1120 1005 61 fios
 Número de Condutores no Feixe (unid): 4
 Diâmetro Externo (mm): 29.34
 Diâmetro dos Fios Externos (mm): 3.26
 Área Total do Cabo (mm²): 509.16
 Camadas de Alumínio (unid): 4
 Resistência Elétrica a 20°C (ohm/km): 0.0588
 Tipo de Resistência: DC
 Coeficiente de Variação da Resistência (ohm/°C): 0.0039

Dados Climatológicos

Velocidade do Vento (m/s): 1
 Ângulo de Incidência do Vento (°): 90
 Altitude Média da LT (m): 250
 Temperatura Ambiente (°C): 26
 Coeficiente de Absorção: 0.9
 Coeficiente de Emissividade: 0.7
 Radiação Incidente Global (W/m²): 1000

Dados de Projeto

Corrente de Longa Duração (A): 3195
 Corrente de Curta Duração (A): 3960
 Temperatura Inicial (°C): 40
 Temperatura Final (°C): 150

Resultados Cálculo da Temperatura de Locação

Temperatura de Longa Duração Calculada (°C): 57
 Temperatura de Longa Duração Adotada (°C): 60
 Ganho de Calor por Aquecimento (W/m): 26.41
 Perda de Calor por Radiação (W/m): 14.15
 Perda de Calor por Convecção (W/m): 55.81

Temperatura de Curta Duração Calculada (°C): 68
 Temperatura de Curta Duração Adotada (°C): 71
 Ganho de Calor por Aquecimento (W/m): 26.41
 Perda de Calor por Radiação (W/m): 20.23
 Perda de Calor por Convecção (W/m): 75.64

| Temperatura | Corrente |
|-------------|----------|
| 50 | 642 |
| 51 | 667 |
| 52 | 691 |
| 53 | 714 |
| 54 | 737 |
| 55 | 758 |
| 56 | 779 |
| 57 | 800 |
| 58 | 819 |
| 59 | 839 |
| 60 | 857 |
| 61 | 875 |
| 62 | 893 |
| 63 | 910 |
| 64 | 927 |
| 65 | 944 |
| 66 | 960 |
| 67 | 976 |
| 68 | 991 |
| 69 | 1007 |
| 70 | 1022 |
| 71 | 1036 |
| 72 | 1051 |
| 73 | 1065 |
| 74 | 1079 |
| 75 | 1093 |

**LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1**

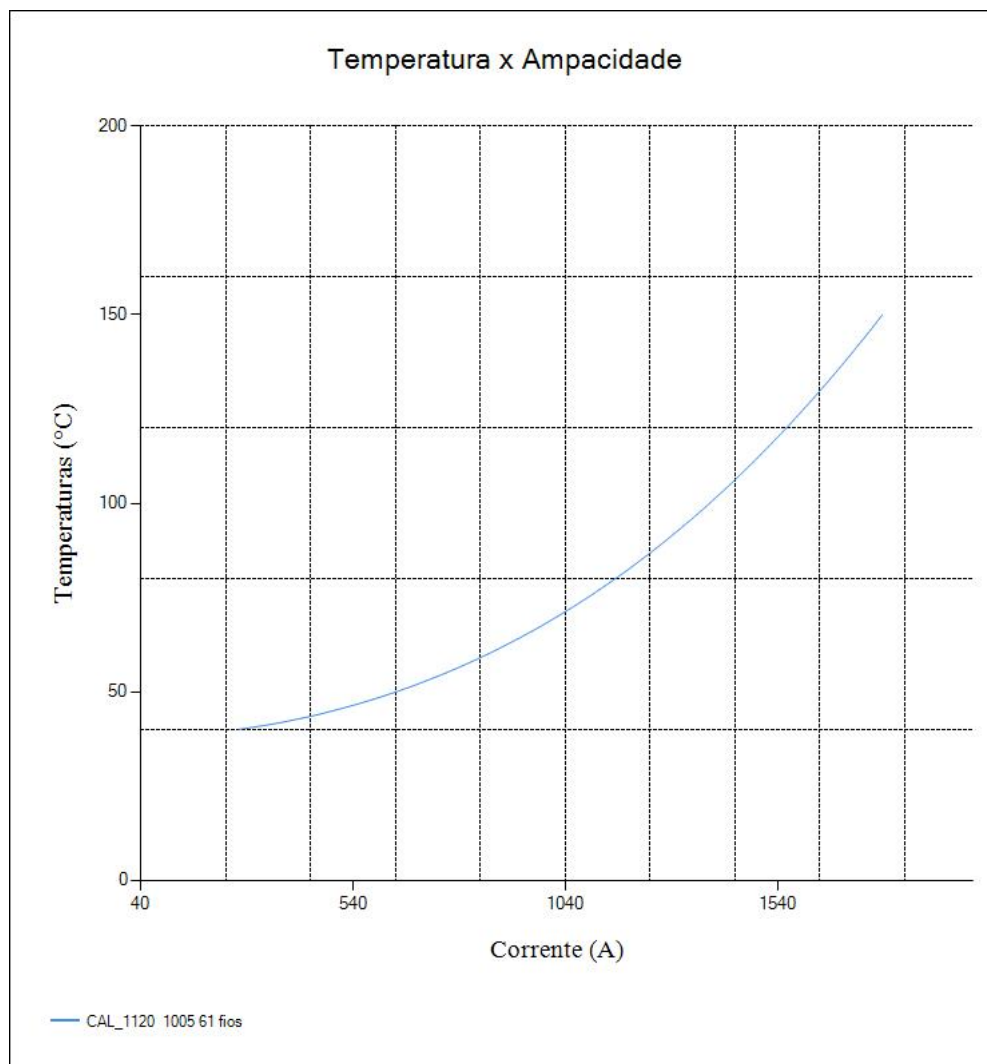
LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 32 de 83

| | |
|-----|------|
| 76 | 1106 |
| 77 | 1119 |
| 78 | 1132 |
| 79 | 1145 |
| 80 | 1158 |
| 81 | 1170 |
| 82 | 1183 |
| 83 | 1195 |
| 84 | 1207 |
| 85 | 1219 |
| 86 | 1230 |
| 87 | 1242 |
| 88 | 1253 |
| 89 | 1264 |
| 90 | 1276 |
| 91 | 1286 |
| 92 | 1297 |
| 93 | 1308 |
| 94 | 1319 |
| 95 | 1329 |
| 96 | 1340 |
| 97 | 1350 |
| 98 | 1360 |
| 99 | 1370 |
| 100 | 1380 |



| | |
|--|----------------------------------|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B</p> |
| <p>CONDUTOR E PARA-RAIOS</p> | <p>Rev. 0 Folha 33 de 83</p> |

***** CÁLCULO DA TEMPERATURA DE LOCAÇÃO - SAZONALIDADE VERÃO E INVERNO DIA *****

Dados do Cabo

Condutor: CAL_1120 1005 61 fios
 Número de Condutores no Feixe (unid): 4
 Diâmetro Externo (mm): 29.34
 Diâmetro dos Fios Externos (mm): 3.26
 Área Total do Cabo (mm²): 509.16
 Camadas de Alumínio (unid): 4
 Resistência Elétrica a 20°C (ohm/km): 0.0588
 Tipo de Resistência: DC
 Coeficiente de Variação da Resistência (ohm/°C): 0.0039

Dados Climatológicos

Velocidade do Vento (m/s): 1
 Ângulo de Incidência do Vento (°): 90
 Altitude Média da LT (m): 250
 Temperatura Ambiente (°C): 28 (VERÃO DIA)
 Temperatura Ambiente (°C): 23 (INVERNO DIA)
 Coeficiente de Absorção: 0.9
 Coeficiente de Emissividade: 0.7
 Radiação Incidente Global (W/m²): 1000

SAZONALIDADE VERÃO - DIA

| Temperatura | Corrente |
|-------------|----------|
| 50 | 588 |
| 51 | 616 |
| 52 | 642 |
| 53 | 667 |
| 54 | 691 |
| 55 | 714 |
| 56 | 737 |
| 57 | 758 |
| 58 | 779 |
| 59 | 799 |
| 60 | 819 |
| 61 | 838 |
| 62 | 857 |
| 63 | 875 |
| 64 | 893 |
| 65 | 910 |
| 66 | 927 |
| 67 | 943 |
| 68 | 960 |
| 69 | 975 |
| 70 | 991 |
| 71 | 1006 |
| 72 | 1021 |
| 73 | 1036 |
| 74 | 1050 |
| 75 | 1064 |
| 76 | 1078 |
| 77 | 1092 |
| 78 | 1105 |
| 79 | 1119 |
| 80 | 1132 |
| 81 | 1145 |
| 82 | 1157 |
| 83 | 1170 |
| 84 | 1182 |
| 85 | 1194 |
| 86 | 1206 |
| 87 | 1218 |
| 88 | 1230 |
| 89 | 1241 |
| 90 | 1253 |

SAZONALIDADE INVERNO - DIA

| Temperatura | Corrente |
|-------------|----------|
| 50 | 714 |
| 51 | 737 |
| 52 | 759 |
| 53 | 780 |
| 54 | 800 |
| 55 | 820 |
| 56 | 839 |
| 57 | 858 |
| 58 | 876 |
| 59 | 894 |
| 60 | 911 |
| 61 | 928 |
| 62 | 945 |
| 63 | 961 |
| 64 | 977 |
| 65 | 992 |
| 66 | 1007 |
| 67 | 1022 |
| 68 | 1037 |
| 69 | 1052 |
| 70 | 1066 |
| 71 | 1080 |
| 72 | 1093 |
| 73 | 1107 |
| 74 | 1120 |
| 75 | 1133 |
| 76 | 1146 |
| 77 | 1159 |
| 78 | 1171 |
| 79 | 1184 |
| 80 | 1196 |
| 81 | 1208 |
| 82 | 1220 |
| 83 | 1231 |
| 84 | 1243 |
| 85 | 1254 |
| 86 | 1265 |
| 87 | 1276 |
| 88 | 1287 |
| 89 | 1298 |
| 90 | 1309 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
 SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 34 de 83

***** CÁLCULO DA TEMPERATURA DE LOCAÇÃO - SAZONALIDADE VERÃO E INVERNO NOITE *****

Dados do Cabo

Condutor: CAL_1120 1005 61 fios
 Número de Condutores no Feixe (unid): 4
 Diâmetro Externo (mm): 29.34
 Diâmetro dos Fios Externos (mm): 3.26
 Área Total do Cabo (mm²): 509.16
 Camadas de Alumínio (unid): 4
 Resistência Elétrica a 20°C (ohm/km): 0.0588
 Tipo de Resistência: DC
 Coeficiente de Variação da Resistência (ohm/°C): 0.0039

Dados Climatológicos

Velocidade do Vento (m/s): 0.6
 Ângulo de Incidência do Vento (°): 90
 Altitude Média da LT (m): 250
 Temperatura Ambiente (°C): 20 (VERÃO NOITE)
 Temperatura Ambiente (°C): 16 (INVERNO NOITE)
 Coeficiente de Absorção: 0.9
 Coeficiente de Emissividade: 0.7
 Radiação Incidente Global (W/m²): 0

SAZONALIDADE VERÃO - NOITE

| Temperatura | Corrente |
|-------------|----------|
| 50 | 912 |
| 51 | 926 |
| 52 | 940 |
| 53 | 953 |
| 54 | 967 |
| 55 | 980 |
| 56 | 992 |
| 57 | 1005 |
| 58 | 1017 |
| 59 | 1029 |
| 60 | 1041 |
| 61 | 1053 |
| 62 | 1065 |
| 63 | 1076 |
| 64 | 1088 |
| 65 | 1099 |
| 66 | 1110 |
| 67 | 1121 |
| 68 | 1131 |
| 69 | 1142 |
| 70 | 1152 |
| 71 | 1163 |
| 72 | 1173 |
| 73 | 1183 |
| 74 | 1193 |
| 75 | 1203 |
| 76 | 1212 |
| 77 | 1222 |
| 78 | 1232 |
| 79 | 1241 |
| 80 | 1250 |
| 81 | 1259 |
| 82 | 1269 |
| 83 | 1278 |
| 84 | 1287 |
| 85 | 1295 |
| 86 | 1304 |
| 87 | 1313 |
| 88 | 1321 |
| 89 | 1330 |
| 90 | 1338 |

SAZONALIDADE INVERNO - NOITE

| Temperatura | Corrente |
|-------------|----------|
| 50 | 969 |
| 51 | 982 |
| 52 | 995 |
| 53 | 1007 |
| 54 | 1020 |
| 55 | 1032 |
| 56 | 1044 |
| 57 | 1056 |
| 58 | 1067 |
| 59 | 1079 |
| 60 | 1090 |
| 61 | 1101 |
| 62 | 1112 |
| 63 | 1123 |
| 64 | 1134 |
| 65 | 1144 |
| 66 | 1154 |
| 67 | 1165 |
| 68 | 1175 |
| 69 | 1185 |
| 70 | 1195 |
| 71 | 1205 |
| 72 | 1214 |
| 73 | 1224 |
| 74 | 1233 |
| 75 | 1243 |
| 76 | 1252 |
| 77 | 1261 |
| 78 | 1270 |
| 79 | 1279 |
| 80 | 1288 |
| 81 | 1297 |
| 82 | 1306 |
| 83 | 1315 |
| 84 | 1323 |
| 85 | 1332 |
| 86 | 1340 |
| 87 | 1348 |
| 88 | 1357 |
| 89 | 1365 |
| 90 | 1373 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 35 de 83

ANEXO 2 – DISTRIBUIÇÃO DAS CORRENTES DE CURTO-CIRCUITO

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 36 de 83 |

ANEXO 2A – LT 525 KV (CS E CD) AREIA – JOINVILLE SUL C1

| COMBINAÇÃO DE CABOS PARA-RAIOS E SUAS CAPACIDADES | | | | | | |
|---|---------------|---------------|----------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|
| Número | Posição | COMP. (km) | Cabo A Nome | Cabo A CORR. MAX (kA) | Cabo B Nome | Cabo B CORR. MAX (kA) |
| 1 | 1° VÃO | 0,10 | CAA DOTTEREL | 26,00 | OPGW1 | 18,00 |
| 2 | MEIO DA LINHA | 0,50 | CAA DOTTEREL | 26,00 | OPGW1 | 18,00 |
| 3 | MEIO DA LINHA | 0,50 | 3/8" EAR | 7,70 | OPGW2 | 10,95 |
| 4 | MEIO DA LINHA | 4,545 | 3/8" EAR | 7,70 | OPGW2 | 10,95 |

MALSE1 - SE Areia

MALSE2 - SE Joinville Sul

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 500 KV MIRACEMA – GILBUÉS II C3 (CS) LT 500 KV GILBUÉS II – BARREIRAS II C2 (CS) | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 37 de 83 |

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | Cominação de Cabos | |
|-------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------|--|--------------------|--|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra If _{fico} (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | | Desce pela torre If _{fico} (kA) |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | |
| Comprimento do vão (km) | Distâncias acumuladas (km) | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | MALSE1 | 50 | | | | | | | | | 36.69 | |
| | | | | | 20.03 | 15.98 | | | | 8.1 | 6.93 | | | 1 |
| 1 | 0.1 | 0.1 | TR001A | 49.63 | | | | | | | | | 1.91 | 2 |
| | | | | | 19.02 | 15.18 | | | | 7.35 | 6.29 | | | 2 |
| 2 | 0.5 | 0.6 | TR002A | 47.82 | | | | | | | | | 1.85 | 2 |
| | | | | | 18.15 | 14.47 | | | | 7.13 | 6.09 | | | 2 |
| 3 | 0.5 | 1.1 | TR003A | 46.16 | | | | | | | | | 1.8 | 2 |
| | | | | | 17.39 | 13.87 | | | | 6.96 | 5.95 | | | 2 |
| 4 | 0.5 | 1.6 | TR004A | 44.62 | | | | | | | | | 1.76 | 2 |
| | | | | | 16.73 | 13.34 | | | | 6.81 | 5.82 | | | 2 |
| 5 | 0.5 | 2.1 | TR005A | 43.19 | | | | | | | | | 1.72 | 2 |
| | | | | | 16.16 | 12.88 | | | | 6.66 | 5.68 | | | 2 |
| 6 | 0.5 | 2.6 | TR006A | 41.85 | | | | | | | | | 1.67 | 2 |
| | | | | | 15.65 | 12.48 | | | | 6.49 | 5.54 | | | 2 |
| 7 | 0.5 | 3.1 | TR007A | 40.6 | | | | | | | | | 1.62 | 2 |
| | | | | | 15.2 | 12.13 | | | | 6.31 | 5.39 | | | 2 |
| 8 | 0.5 | 3.6 | TR008A | 39.42 | | | | | | | | | 1.57 | 2 |
| | | | | | 14.8 | 11.81 | | | | 6.12 | 5.22 | | | 2 |
| 9 | 0.5 | 4.1 | TR009A | 38.3 | | | | | | | | | 1.52 | 2 |
| | | | | | 14.43 | 11.52 | | | | 5.93 | 5.06 | | | 2 |
| 10 | 0.5 | 4.6 | TR010A | 37.24 | | | | | | | | | 1.47 | 2 |
| | | | | | 14.08 | 11.24 | | | | 5.74 | 4.89 | | | 2 |
| 11 | 0.5 | 5.1 | TR011A | 36.24 | | | | | | | | | 1.41 | 2 |
| | | | | | 13.76 | 10.99 | | | | 5.54 | 4.73 | | | 2 |
| 12 | 0.5 | 5.6 | TR012A | 35.28 | | | | | | | | | 1.36 | 2 |
| | | | | | 13.45 | 10.75 | | | | 5.36 | 4.56 | | | 2 |
| 13 | 0.5 | 6.1 | TR013A | 34.37 | | | | | | | | | 1.31 | 2 |
| | | | | | 13.15 | 10.51 | | | | 5.18 | 4.41 | | | 2 |
| 14 | 0.5 | 6.6 | TR014A | 33.51 | | | | | | | | | 1.27 | 2 |
| | | | | | 12.86 | 10.29 | | | | 5.01 | 4.26 | | | 2 |
| 15 | 0.5 | 7.1 | TR015A | 32.68 | | | | | | | | | 1.22 | 2 |
| | | | | | 12.58 | 10.07 | | | | 4.85 | 4.12 | | | 2 |
| 16 | 0.5 | 7.6 | TR016A | 31.89 | | | | | | | | | 1.18 | 2 |
| | | | | | 12.31 | 9.86 | | | | 4.7 | 3.99 | | | 2 |
| 17 | 0.5 | 8.1 | TR017A | 31.14 | | | | | | | | | 1.14 | 2 |
| | | | | | 12.05 | 9.65 | | | | 4.56 | 3.87 | | | 2 |
| 18 | 0.5 | 8.6 | TR018A | 30.43 | | | | | | | | | 1.11 | 2 |
| | | | | | 11.79 | 9.44 | | | | 4.43 | 3.76 | | | 2 |
| 19 | 0.5 | 9.1 | TR019A | 29.74 | | | | | | | | | 1.07 | 2 |
| | | | | | 11.54 | 9.25 | | | | 4.31 | 3.66 | | | 2 |
| 20 | 0.5 | 9.6 | TR020A | 29.09 | | | | | | | | | 1.04 | 2 |
| | | | | | 11.29 | 9.05 | | | | 4.2 | 3.57 | | | 2 |
| 21 | 0.5 | 10.1 | TR021A | 28.46 | | | | | | | | | 1.01 | 2 |
| | | | | | 11.06 | 8.87 | | | | 4.1 | 3.48 | | | 2 |
| 22 | 0.5 | 10.6 | TR022A | 27.87 | | | | | | | | | 0.99 | 2 |
| | | | | | 10.83 | 8.68 | | | | 4.01 | 3.4 | | | 2 |
| 23 | 0.5 | 11.1 | TR023A | 27.3 | | | | | | | | | 0.96 | 2 |
| | | | | | 10.6 | 8.51 | | | | 3.92 | 3.33 | | | 2 |
| 24 | 0.5 | 11.6 | TR024A | 26.75 | | | | | | | | | 0.94 | 2 |
| | | | | | 10.39 | 8.34 | | | | 3.84 | 3.26 | | | 2 |
| 25 | 0.5 | 12.1 | TR025A | 26.23 | | | | | | | | | 0.92 | 2 |
| | | | | | 10.18 | 8.17 | | | | 3.77 | 3.2 | | | 2 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 38 de 83

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | Combinação de Cabos | |
|-------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------|--|---------------------|--|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra If _{fico} (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | | Desce pela torre If _{fico} (kA) |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | |
| Comprimento do vão (km) | Distâncias acumuladas (km) | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | 0.5 | 12.6 | TR026A | 25.72 | | | | | | | | | 0.9 | 2 |
| | | | | | 9.98 | 8.01 | | | | 3.7 | 3.14 | | | |
| 27 | 0.5 | 13.1 | TR027A | 25.24 | | | | | | | | | 0.88 | 2 |
| | | | | | 9.78 | 7.85 | | | | 3.64 | 3.08 | | | |
| 28 | 0.5 | 13.6 | TR028A | 24.78 | | | | | | | | | 0.87 | 2 |
| | | | | | 9.59 | 7.7 | | | | 3.58 | 3.03 | | | |
| 29 | 0.5 | 14.1 | TR029A | 24.34 | | | | | | | | | 0.85 | 2 |
| | | | | | 9.41 | 7.56 | | | | 3.53 | 2.99 | | | |
| 30 | 0.5 | 14.6 | TR030A | 23.91 | | | | | | | | | 0.84 | 2 |
| | | | | | 9.23 | 7.42 | | | | 3.47 | 2.94 | | | |
| 31 | 0.5 | 15.1 | TR031A | 23.5 | | | | | | | | | 0.82 | 2 |
| | | | | | 9.06 | 7.28 | | | | 3.42 | 2.9 | | | |
| 32 | 0.5 | 15.6 | TR032A | 23.11 | | | | | | | | | 0.81 | 2 |
| | | | | | 8.9 | 7.15 | | | | 3.38 | 2.86 | | | |
| 33 | 0.5 | 16.1 | TR033A | 22.73 | | | | | | | | | 0.8 | 2 |
| | | | | | 8.74 | 7.02 | | | | 3.33 | 2.82 | | | |
| 34 | 0.5 | 16.6 | TR034A | 22.36 | | | | | | | | | 0.78 | 2 |
| | | | | | 8.59 | 6.91 | | | | 3.28 | 2.77 | | | |
| 35 | 0.5 | 17.1 | TR035A | 22.01 | | | | | | | | | 0.77 | 2 |
| | | | | | 8.45 | 6.79 | | | | 3.24 | 2.73 | | | |
| 36 | 0.5 | 17.6 | TR036A | 21.67 | | | | | | | | | 0.76 | 2 |
| | | | | | 8.32 | 6.68 | | | | 3.19 | 2.69 | | | |
| 37 | 0.5 | 18.1 | TR037A | 21.34 | | | | | | | | | 0.76 | 2 |
| | | | | | 8.19 | 6.59 | | | | 3.14 | 2.65 | | | |
| 38 | 0.5 | 18.6 | TR038A | 21.02 | | | | | | | | | 0.75 | 2 |
| | | | | | 8.08 | 6.5 | | | | 3.08 | 2.6 | | | |
| 39 | 0.5 | 19.1 | TR039A | 20.71 | | | | | | | | | 0.75 | 2 |
| | | | | | 7.97 | 6.42 | | | | 3.02 | 2.55 | | | |
| 40 | 0.5 | 19.6 | TR040A | 20.41 | | | | | | | | | 0.75 | 2 |
| | | | | | 7.88 | 6.35 | | | | 2.95 | 2.49 | | | |
| 41 | 0.5 | 20.1 | TR041A | 20.13 | | | | | | | | | 0.75 | 2 |
| | | | | | 7.81 | 6.3 | | | | 2.87 | 2.41 | | | |
| 42 | 0.5 | 20.6 | TR042A | 19.84 | | | | | | | | | 0.75 | 2 |
| | | | | | 7.76 | 6.26 | | | | 2.77 | 2.33 | | | |
| 43 | 0.5 | 21.1 | TR043A | 19.57 | | | | | | | | | 0.77 | 2 |
| | | | | | 7.73 | 6.24 | | | | 2.66 | 2.23 | | | 2 |
| 44 | 0.5 | 21.6 | TR044A | 19.3 | | | | | | | | | 0.78 | 2 |
| | | | | | 2.51 | 10.9 | | | | 0.87 | 3.84 | | | 3 |
| 45 | 0.5 | 22.1 | TR045A | 18.96 | | | | | | | | | 0.86 | 3 |
| | | | | | 2.39 | 10.36 | | | | 0.95 | 4.18 | | | |
| 46 | 0.5 | 22.6 | TR046A | 18.64 | | | | | | | | | 0.91 | 3 |
| | | | | | 2.29 | 9.93 | | | | 1 | 4.43 | | | |
| 47 | 0.5 | 23.1 | TR047A | 18.35 | | | | | | | | | 0.95 | 3 |
| | | | | | 2.21 | 9.57 | | | | 1.04 | 4.6 | | | |
| 48 | 0.5 | 23.6 | TR048A | 18.07 | | | | | | | | | 0.98 | 3 |
| | | | | | 2.14 | 9.26 | | | | 1.07 | 4.71 | | | |
| 49 | 0.5 | 24.1 | TR049A | 17.8 | | | | | | | | | 0.99 | 3 |
| | | | | | 2.08 | 9 | | | | 1.09 | 4.79 | | | |
| 50 | 0.5 | 24.6 | TR050A | 17.55 | | | | | | | | | 1 | 3 |
| | | | | | 2.03 | 8.78 | | | | 1.1 | 4.84 | | | |
| 51 | 0.5 | 25.1 | TR051A | 17.31 | | | | | | | | | 1.01 | 3 |
| | | | | | 1.98 | 8.58 | | | | 1.1 | 4.87 | | | 3 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 39 de 83

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | Combinação de Cabos | |
|-------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------|--|---------------------|--|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra If _{fico} (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | | Desce pela torre If _{fico} (kA) |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | |
| Comprimento do vão (km) | Distâncias acumuladas (km) | | | | | | | | | | | | | |
| 52 | 0.5 | 25.6 | TR052A | 17.07 | | | | | | | | | 1.01 | 3 |
| | | | | | 1.94 | 8.41 | | | | 1.11 | 4.87 | | | |
| 53 | 0.5 | 26.1 | TR053A | 16.85 | | | | | | | | | 1.01 | 3 |
| | | | | | 1.91 | 8.25 | | | | 1.1 | 4.87 | | | |
| 54 | 0.5 | 26.6 | TR054A | 16.63 | | | | | | | | | 1.01 | 3 |
| | | | | | 1.87 | 8.1 | | | | 1.1 | 4.86 | | | |
| 55 | 0.5 | 27.1 | TR055A | 16.42 | | | | | | | | | 1 | 3 |
| | | | | | 1.84 | 7.96 | | | | 1.1 | 4.84 | | | |
| 56 | 0.5 | 27.6 | TR056A | 16.21 | | | | | | | | | 1 | 3 |
| | | | | | 1.81 | 7.84 | | | | 1.09 | 4.81 | | | |
| 57 | 0.5 | 28.1 | TR057A | 16.02 | | | | | | | | | 0.99 | 3 |
| | | | | | 1.79 | 7.72 | | | | 1.08 | 4.78 | | | |
| 58 | 0.5 | 28.6 | TR058A | 15.82 | | | | | | | | | 0.98 | 3 |
| | | | | | 1.76 | 7.61 | | | | 1.08 | 4.74 | | | |
| 59 | 0.5 | 29.1 | TR059A | 15.63 | | | | | | | | | 0.97 | 3 |
| | | | | | 1.74 | 7.51 | | | | 1.07 | 4.71 | | | |
| 60 | 0.5 | 29.6 | TR060A | 15.45 | | | | | | | | | 0.97 | 3 |
| | | | | | 1.71 | 7.41 | | | | 1.06 | 4.67 | | | |
| 61 | 0.5 | 30.1 | TR061A | 15.28 | | | | | | | | | 0.96 | 3 |
| | | | | | 1.69 | 7.31 | | | | 1.05 | 4.63 | | | |
| 62 | 0.5 | 30.6 | TR062A | 15.1 | | | | | | | | | 0.95 | 3 |
| | | | | | 1.67 | 7.22 | | | | 1.04 | 4.59 | | | |
| 63 | 0.5 | 31.1 | TR063A | 14.93 | | | | | | | | | 0.94 | 3 |
| | | | | | 1.65 | 7.13 | | | | 1.03 | 4.55 | | | |
| 64 | 0.5 | 31.6 | TR064A | 14.77 | | | | | | | | | 0.93 | 3 |
| | | | | | 1.63 | 7.04 | | | | 1.02 | 4.51 | | | |
| 65 | 0.5 | 32.1 | TR065A | 14.61 | | | | | | | | | 0.92 | 3 |
| | | | | | 1.61 | 6.96 | | | | 1.01 | 4.47 | | | |
| 66 | 0.5 | 32.6 | TR066A | 14.45 | | | | | | | | | 0.91 | 3 |
| | | | | | 1.59 | 6.88 | | | | 1 | 4.43 | | | |
| 67 | 0.5 | 33.1 | TR067A | 14.3 | | | | | | | | | 0.9 | 3 |
| | | | | | 1.57 | 6.81 | | | | 0.99 | 4.39 | | | |
| 68 | 0.5 | 33.6 | TR068A | 14.15 | | | | | | | | | 0.89 | 3 |
| | | | | | 1.56 | 6.73 | | | | 0.99 | 4.35 | | | |
| 69 | 0.5 | 34.1 | TR069A | 14.01 | | | | | | | | | 0.88 | 3 |
| | | | | | 1.54 | 6.66 | | | | 0.98 | 4.31 | | | |
| 70 | 0.5 | 34.6 | TR070A | 13.87 | | | | | | | | | 0.88 | 3 |
| | | | | | 1.52 | 6.59 | | | | 0.97 | 4.27 | | | |
| 71 | 0.5 | 35.1 | TR071A | 13.73 | | | | | | | | | 0.87 | 3 |
| | | | | | 1.51 | 6.52 | | | | 0.96 | 4.23 | | | |
| 72 | 0.5 | 35.6 | TR072A | 13.59 | | | | | | | | | 0.86 | 3 |
| | | | | | 1.49 | 6.45 | | | | 0.95 | 4.2 | | | |
| 73 | 0.5 | 36.1 | TR073A | 13.46 | | | | | | | | | 0.85 | 3 |
| | | | | | 1.48 | 6.38 | | | | 0.94 | 4.16 | | | |
| 74 | 0.5 | 36.6 | TR074A | 13.33 | | | | | | | | | 0.84 | 3 |
| | | | | | 1.46 | 6.32 | | | | 0.94 | 4.12 | | | |
| 75 | 0.5 | 37.1 | TR075A | 13.21 | | | | | | | | | 0.83 | 3 |
| | | | | | 1.45 | 6.25 | | | | 0.93 | 4.09 | | | |
| 76 | 0.5 | 37.6 | TR076A | 13.09 | | | | | | | | | 0.83 | 3 |
| | | | | | 1.43 | 6.19 | | | | 0.92 | 4.06 | | | |
| 77 | 0.5 | 38.1 | TR077A | 12.97 | | | | | | | | | 0.82 | 3 |
| | | | | | 1.42 | 6.13 | | | | 0.91 | 4.02 | | | |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 40 de 83

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | Combinação de Cabos | |
|-------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|--|---------------------|--|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra If _{fico} (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | | Desce pela torre If _{fico} (kA) |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | |
| Comprimento do vão (km) | Distâncias acumuladas (km) | | | | | | | | | | | | | |
| 78 | 0.5 | 38.6 | TR078A | 12.85 | | | | | | | | | 0.81 | |
| | | | | | 1.4 | 6.07 | | | 0.91 | 3.99 | | | 0.8 | 3 |
| 79 | 0.5 | 39.1 | TR079A | 12.74 | | | | | | | | | 0.8 | |
| | | | | | 1.39 | 6.01 | | | 0.9 | 3.96 | | | 0.8 | 3 |
| 80 | 0.5 | 39.6 | TR080A | 12.62 | | | | | | | | | 0.8 | |
| | | | | | 1.38 | 5.95 | | | 0.89 | 3.93 | | | 0.8 | 3 |
| 81 | 0.5 | 40.1 | TR081A | 12.51 | | | | | | | | | 0.79 | |
| | | | | | 1.36 | 5.89 | | | 0.89 | 3.9 | | | 0.79 | 3 |
| 82 | 0.5 | 40.6 | TR082A | 12.41 | | | | | | | | | 0.78 | |
| | | | | | 1.35 | 5.84 | | | 0.88 | 3.87 | | | 0.78 | 3 |
| 83 | 0.5 | 41.1 | TR083A | 12.3 | | | | | | | | | 0.77 | |
| | | | | | 1.34 | 5.78 | | | 0.87 | 3.85 | | | 0.77 | 3 |
| 84 | 0.5 | 41.6 | TR084A | 12.2 | | | | | | | | | 0.77 | |
| | | | | | 1.32 | 5.73 | | | 0.87 | 3.82 | | | 0.77 | 3 |
| 85 | 0.5 | 42.1 | TR085A | 12.1 | | | | | | | | | 0.76 | |
| | | | | | 1.31 | 5.67 | | | 0.86 | 3.79 | | | 0.76 | 3 |
| 86 | 0.5 | 42.6 | TR086A | 12 | | | | | | | | | 0.76 | |
| | | | | | 1.3 | 5.62 | | | 0.85 | 3.77 | | | 0.76 | 3 |
| 87 | 0.5 | 43.1 | TR087A | 11.91 | | | | | | | | | 0.75 | |
| | | | | | 1.29 | 5.57 | | | 0.85 | 3.74 | | | 0.75 | 3 |
| 88 | 0.5 | 43.6 | TR088A | 11.81 | | | | | | | | | 0.74 | |
| | | | | | 1.28 | 5.52 | | | 0.84 | 3.71 | | | 0.74 | 3 |
| 89 | 0.5 | 44.1 | TR089A | 11.72 | | | | | | | | | 0.74 | |
| | | | | | 1.27 | 5.48 | | | 0.84 | 3.68 | | | 0.74 | 3 |
| 90 | 0.5 | 44.6 | TR090A | 11.63 | | | | | | | | | 0.74 | |
| | | | | | 1.26 | 5.44 | | | 0.83 | 3.65 | | | 0.74 | 3 |
| 91 | 0.5 | 45.1 | TR091A | 11.55 | | | | | | | | | 0.74 | |
| | | | | | 1.25 | 5.41 | | | 0.82 | 3.61 | | | 0.74 | 3 |
| 92 | 0.5 | 45.6 | TR092A | 11.46 | | | | | | | | | 0.74 | |
| | | | | | 1.25 | 5.4 | | | 0.81 | 3.55 | | | 0.74 | 3 |
| 93 | 0.5 | 46.1 | TR093A | 11.38 | | | | | | | | | 0.74 | |
| | | | | | 1.25 | 5.4 | | | 0.79 | 3.48 | | | 0.74 | 3 |
| 94 | 0.5 | 46.6 | TR094A | 11.3 | | | | | | | | | 0.75 | |
| | | | | | 1.25 | 5.43 | | | 0.77 | 3.4 | | | 0.75 | 3 |
| 95 | 0.5 | 47.1 | TR095A | 11.22 | | | | | | | | | 0.76 | |
| | | | | | 1.27 | 5.5 | | | 0.74 | 3.27 | | | 0.76 | 3 |
| 96 | 0.5 | 47.6 | TR096A | 11.14 | | | | | | | | | 0.79 | |
| | | | | | 1.29 | 5.62 | | | 0.71 | 3.11 | | | 0.79 | 3 |
| 97 | 0.5 | 48.1 | TR097A | 11.06 | | | | | | | | | 0.82 | |
| | | | | | 1.34 | 5.81 | | | 0.66 | 2.89 | | | 0.82 | 3 |
| 98 | 0.5 | 48.6 | TR098A | 10.98 | | | | | | | | | 0.87 | |
| | | | | | 1.4 | 6.09 | | | 0.59 | 2.59 | | | 0.87 | 3 |
| 99 | 0.5 | 49.1 | TR099A | 10.89 | | | | | | | | | 0.93 | |
| | | | | | 1.48 | 6.47 | | | 0.5 | 2.19 | | | 0.93 | 3 |
| 100 | 0.5 | 49.6 | TR100A | 10.79 | | | | | | | | | 1.02 | |
| | | | | | 1.09 | 4.76 | | | 0.38 | 1.67 | | | 1.02 | 4 |
| 101 | 4.545 | 54.145 | TR101A | 10.07 | | | | | | | | | 1.55 | |
| | | | | | 0.93 | 4.05 | | | 0.54 | 2.37 | | | 1.55 | 4 |
| 102 | 4.545 | 58.69 | TR102A | 9.56 | | | | | | | | | 1.69 | |
| | | | | | 0.86 | 3.71 | | | 0.58 | 2.54 | | | 1.69 | 4 |
| 103 | 4.545 | 63.235 | TR103A | 9.14 | | | | | | | | | 1.69 | |
| | | | | | 0.81 | 3.51 | | | 0.58 | 2.54 | | | 1.69 | 4 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 41 de 83

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | Combinação de Cabos | |
|-------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------|--|---------------------|--|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra If _{fico} (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | | Desce pela torre If _{fico} (kA) |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | |
| Comprimento do vão (km) | Distâncias acumuladas (km) | | | | | | | | | | | | | |
| 104 | 4.545 | 67.78 | TR104A | 8.77 | | | | | | | | | 1.64 | 4 |
| | | | | | 0.77 | 3.35 | | | | 0.56 | 2.48 | | | |
| 105 | 4.545 | 72.325 | TR105A | 8.45 | | | | | | | | | 1.58 | 4 |
| | | | | | 0.74 | 3.21 | | | | 0.55 | 2.41 | | | |
| 106 | 4.545 | 76.87 | TR106A | 8.17 | | | | | | | | | 1.52 | 4 |
| | | | | | 0.71 | 3.08 | | | | 0.54 | 2.36 | | | |
| 107 | 4.545 | 81.415 | TR107A | 7.92 | | | | | | | | | 1.48 | 4 |
| | | | | | 0.69 | 2.97 | | | | 0.53 | 2.31 | | | |
| 108 | 4.545 | 85.96 | TR108A | 7.7 | | | | | | | | | 1.44 | 4 |
| | | | | | 0.66 | 2.87 | | | | 0.52 | 2.27 | | | |
| 109 | 4.545 | 90.505 | TR109A | 7.51 | | | | | | | | | 1.4 | 4 |
| | | | | | 0.64 | 2.78 | | | | 0.51 | 2.24 | | | |
| 110 | 4.545 | 95.05 | TR110A | 7.35 | | | | | | | | | 1.37 | 4 |
| | | | | | 0.62 | 2.69 | | | | 0.51 | 2.22 | | | |
| 111 | 4.545 | 99.595 | TR111A | 7.2 | | | | | | | | | 1.34 | 4 |
| | | | | | 0.6 | 2.62 | | | | 0.5 | 2.2 | | | |
| 112 | 4.545 | 104.14 | TR112A | 7.08 | | | | | | | | | 1.32 | 4 |
| | | | | | 0.59 | 2.55 | | | | 0.5 | 2.19 | | | |
| 113 | 4.545 | 108.685 | TR113A | 6.97 | | | | | | | | | 1.3 | 4 |
| | | | | | 0.57 | 2.49 | | | | 0.5 | 2.18 | | | |
| 114 | 4.545 | 113.23 | TR114A | 6.88 | | | | | | | | | 1.28 | 4 |
| | | | | | 0.56 | 2.44 | | | | 0.5 | 2.18 | | | |
| 115 | 4.545 | 117.775 | TR115A | 6.81 | | | | | | | | | 1.27 | 4 |
| | | | | | 0.55 | 2.39 | | | | 0.5 | 2.18 | | | |
| 116 | 4.545 | 122.32 | TR116A | 6.75 | | | | | | | | | 1.26 | 4 |
| | | | | | 0.54 | 2.35 | | | | 0.5 | 2.19 | | | |
| 117 | 4.545 | 126.865 | TR117A | 6.71 | | | | | | | | | 1.25 | 4 |
| | | | | | 0.53 | 2.31 | | | | 0.5 | 2.2 | | | |
| 118 | 4.545 | 131.41 | TR118A | 6.67 | | | | | | | | | 1.24 | 4 |
| | | | | | 0.52 | 2.28 | | | | 0.51 | 2.21 | | | |
| 119 | 4.545 | 135.955 | TR119A | 6.66 | | | | | | | | | 1.24 | 4 |
| | | | | | 0.52 | 2.25 | | | | 0.51 | 2.23 | | | |
| 120 | 4.545 | 140.5 | TR120A | 6.65 | | | | | | | | | 1.24 | 4 |
| | | | | | 0.51 | 2.23 | | | | 0.52 | 2.25 | | | |
| 121 | 4.545 | 145.045 | TR121A | 6.66 | | | | | | | | | 1.24 | 4 |
| | | | | | 0.51 | 2.21 | | | | 0.52 | 2.28 | | | |
| 122 | 4.545 | 149.59 | TR122A | 6.67 | | | | | | | | | 1.24 | 4 |
| | | | | | 0.5 | 2.2 | | | | 0.53 | 2.31 | | | |
| 123 | 4.545 | 154.135 | TR123A | 6.71 | | | | | | | | | 1.25 | 4 |
| | | | | | 0.5 | 2.19 | | | | 0.54 | 2.35 | | | |
| 124 | 4.545 | 158.68 | TR124A | 6.75 | | | | | | | | | 1.26 | 4 |
| | | | | | 0.5 | 2.18 | | | | 0.55 | 2.39 | | | |
| 125 | 4.545 | 163.225 | TR125A | 6.81 | | | | | | | | | 1.27 | 4 |
| | | | | | 0.5 | 2.18 | | | | 0.56 | 2.44 | | | |
| 126 | 4.545 | 167.77 | TR126A | 6.88 | | | | | | | | | 1.28 | 4 |
| | | | | | 0.5 | 2.18 | | | | 0.57 | 2.49 | | | |
| 127 | 4.545 | 172.315 | TR127A | 6.97 | | | | | | | | | 1.3 | 4 |
| | | | | | 0.5 | 2.19 | | | | 0.59 | 2.55 | | | |
| 128 | 4.545 | 176.86 | TR128A | 7.08 | | | | | | | | | 1.32 | 4 |
| | | | | | 0.5 | 2.2 | | | | 0.6 | 2.62 | | | |
| 129 | 4.545 | 181.405 | TR129A | 7.2 | | | | | | | | | 1.34 | 4 |
| | | | | | 0.51 | 2.22 | | | | 0.62 | 2.69 | | | |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 42 de 83

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | Combinação de Cabos | | |
|-------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------|--|---------------------|--|---|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra If _{fico} (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | | Desce pela torre If _{fico} (kA) | |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | | |
| Comprimento do vão (km) | Distâncias acumuladas (km) | | | | | | | | | | | | | | |
| 130 | 4.545 | 185.95 | TR130A | 7.35 | | | | | | 0.64 | 2.78 | | | 1.37 | 4 |
| 131 | 4.545 | 190.495 | TR131A | 7.51 | | | | | | 0.66 | 2.87 | | | 1.4 | 4 |
| 132 | 4.545 | 195.04 | TR132A | 7.7 | | | | | | 0.69 | 2.97 | | | 1.44 | 4 |
| 133 | 4.545 | 199.585 | TR133A | 7.92 | | | | | | 0.71 | 3.08 | | | 1.48 | 4 |
| 134 | 4.545 | 204.13 | TR134A | 8.17 | | | | | | 0.74 | 3.21 | | | 1.52 | 4 |
| 135 | 4.545 | 208.675 | TR135A | 8.45 | | | | | | 0.77 | 3.35 | | | 1.58 | 4 |
| 136 | 4.545 | 213.22 | TR136A | 8.77 | | | | | | 0.81 | 3.51 | | | 1.64 | 4 |
| 137 | 4.545 | 217.765 | TR137A | 9.14 | | | | | | 0.86 | 3.71 | | | 1.69 | 4 |
| 138 | 4.545 | 222.31 | TR138A | 9.56 | | | | | | 0.93 | 4.05 | | | 1.69 | 4 |
| 139 | 4.545 | 226.855 | TR139A | 10.07 | | | | | | 1.09 | 4.76 | | | 1.55 | 4 |
| 140 | 4.545 | 231.4 | TR140A | 10.79 | | | | | | 1.48 | 6.47 | | | 1.02 | 3 |
| 141 | 0.5 | 231.9 | TR141A | 10.89 | | | | | | 1.4 | 6.09 | | | 0.93 | 3 |
| 142 | 0.5 | 232.4 | TR142A | 10.98 | | | | | | 1.34 | 5.81 | | | 0.87 | 3 |
| 143 | 0.5 | 232.9 | TR143A | 11.06 | | | | | | 1.29 | 5.62 | | | 0.82 | 3 |
| 144 | 0.5 | 233.4 | TR144A | 11.14 | | | | | | 1.27 | 5.5 | | | 0.79 | 3 |
| 145 | 0.5 | 233.9 | TR145A | 11.22 | | | | | | 1.25 | 5.43 | | | 0.76 | 3 |
| 146 | 0.5 | 234.4 | TR146A | 11.3 | | | | | | 1.25 | 5.4 | | | 0.75 | 3 |
| 147 | 0.5 | 234.9 | TR147A | 11.38 | | | | | | 1.25 | 5.4 | | | 0.74 | 3 |
| 148 | 0.5 | 235.4 | TR148A | 11.46 | | | | | | 1.25 | 5.41 | | | 0.74 | 3 |
| 149 | 0.5 | 235.9 | TR149A | 11.55 | | | | | | 1.26 | 5.44 | | | 0.74 | 3 |
| 150 | 0.5 | 236.4 | TR150A | 11.63 | | | | | | 1.27 | 5.48 | | | 0.74 | 3 |
| 151 | 0.5 | 236.9 | TR151A | 11.72 | | | | | | 1.28 | 5.52 | | | 0.74 | 3 |
| 152 | 0.5 | 237.4 | TR152A | 11.81 | | | | | | 1.29 | 5.57 | | | 0.74 | 3 |
| 153 | 0.5 | 237.9 | TR153A | 11.91 | | | | | | 1.3 | 5.62 | | | 0.75 | 3 |
| 154 | 0.5 | 238.4 | TR154A | 12 | | | | | | 1.31 | 5.67 | | | 0.76 | 3 |
| 155 | 0.5 | 238.9 | TR155A | 12.1 | | | | | | 1.32 | 5.73 | | | 0.76 | 3 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 3 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 43 de 83

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | Combinação de Cabos | |
|-------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|--|---------------------|--|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra If _{fico} (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | | Desce pela torre If _{fico} (kA) |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | |
| Comprimento do vão (km) | Distâncias acumuladas (km) | | | | | | | | | | | | | |
| 156 | 0.5 | 239.4 | TR156A | 12.2 | | | | | | | | | 0.77 | 3 |
| 157 | 0.5 | 239.9 | TR157A | 12.3 | | | | | | | | | 0.77 | 3 |
| 158 | 0.5 | 240.4 | TR158A | 12.41 | | | | | | | | | 0.78 | 3 |
| 159 | 0.5 | 240.9 | TR159A | 12.51 | | | | | | | | | 0.79 | 3 |
| 160 | 0.5 | 241.4 | TR160A | 12.62 | | | | | | | | | 0.8 | 3 |
| 161 | 0.5 | 241.9 | TR161A | 12.74 | | | | | | | | | 0.8 | 3 |
| 162 | 0.5 | 242.4 | TR162A | 12.85 | | | | | | | | | 0.81 | 3 |
| 163 | 0.5 | 242.9 | TR163A | 12.97 | | | | | | | | | 0.82 | 3 |
| 164 | 0.5 | 243.4 | TR164A | 13.09 | | | | | | | | | 0.83 | 3 |
| 165 | 0.5 | 243.9 | TR165A | 13.21 | | | | | | | | | 0.83 | 3 |
| 166 | 0.5 | 244.4 | TR166A | 13.33 | | | | | | | | | 0.84 | 3 |
| 167 | 0.5 | 244.9 | TR167A | 13.46 | | | | | | | | | 0.85 | 3 |
| 168 | 0.5 | 245.4 | TR168A | 13.59 | | | | | | | | | 0.86 | 3 |
| 169 | 0.5 | 245.9 | TR169A | 13.73 | | | | | | | | | 0.87 | 3 |
| 170 | 0.5 | 246.4 | TR170A | 13.87 | | | | | | | | | 0.88 | 3 |
| 171 | 0.5 | 246.9 | TR171A | 14.01 | | | | | | | | | 0.88 | 3 |
| 172 | 0.5 | 247.4 | TR172A | 14.15 | | | | | | | | | 0.89 | 3 |
| 173 | 0.5 | 247.9 | TR173A | 14.3 | | | | | | | | | 0.9 | 3 |
| 174 | 0.5 | 248.4 | TR174A | 14.45 | | | | | | | | | 0.91 | 3 |
| 175 | 0.5 | 248.9 | TR175A | 14.61 | | | | | | | | | 0.92 | 3 |
| 176 | 0.5 | 249.4 | TR176A | 14.77 | | | | | | | | | 0.93 | 3 |
| 177 | 0.5 | 249.9 | TR177A | 14.93 | | | | | | | | | 0.94 | 3 |
| 178 | 0.5 | 250.4 | TR178A | 15.1 | | | | | | | | | 0.95 | 3 |
| 179 | 0.5 | 250.9 | TR179A | 15.28 | | | | | | | | | 0.96 | 3 |
| 180 | 0.5 | 251.4 | TR180A | 15.45 | | | | | | | | | 0.97 | 3 |
| 181 | 0.5 | 251.9 | TR181A | 15.63 | | | | | | | | | 0.97 | 3 |
| | | | | | | | | | | | | | | 3 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 44 de 83

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | Combinação de Cabos | |
|-------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|--|---------------------|--|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra If _{fico} (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | | Desce pela torre If _{fico} (kA) |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | |
| Comprimento do vão (km) | Distâncias acumuladas (km) | | | | | | | | | | | | | |
| 182 | 0.5 | 252.4 | TR182A | 15.82 | | | | | | | | | 0.98 | 3 |
| | | | | | 1.08 | 4.78 | | | | 1.79 | 7.72 | | | |
| 183 | 0.5 | 252.9 | TR183A | 16.02 | | | | | | | | | 0.99 | 3 |
| | | | | | 1.09 | 4.81 | | | | 1.81 | 7.84 | | | |
| 184 | 0.5 | 253.4 | TR184A | 16.21 | | | | | | | | | 1 | 3 |
| | | | | | 1.1 | 4.84 | | | | 1.84 | 7.96 | | | |
| 185 | 0.5 | 253.9 | TR185A | 16.42 | | | | | | | | | 1 | 3 |
| | | | | | 1.1 | 4.86 | | | | 1.87 | 8.1 | | | |
| 186 | 0.5 | 254.4 | TR186A | 16.63 | | | | | | | | | 1.01 | 3 |
| | | | | | 1.1 | 4.87 | | | | 1.91 | 8.25 | | | |
| 187 | 0.5 | 254.9 | TR187A | 16.85 | | | | | | | | | 1.01 | 3 |
| | | | | | 1.11 | 4.87 | | | | 1.94 | 8.41 | | | |
| 188 | 0.5 | 255.4 | TR188A | 17.07 | | | | | | | | | 1.01 | 3 |
| | | | | | 1.1 | 4.87 | | | | 1.98 | 8.58 | | | |
| 189 | 0.5 | 255.9 | TR189A | 17.31 | | | | | | | | | 1.01 | 3 |
| | | | | | 1.1 | 4.84 | | | | 2.03 | 8.78 | | | |
| 190 | 0.5 | 256.4 | TR190A | 17.55 | | | | | | | | | 1 | 3 |
| | | | | | 1.09 | 4.79 | | | | 2.08 | 9 | | | |
| 191 | 0.5 | 256.9 | TR191A | 17.8 | | | | | | | | | 0.99 | 3 |
| | | | | | 1.07 | 4.71 | | | | 2.14 | 9.26 | | | |
| 192 | 0.5 | 257.4 | TR192A | 18.07 | | | | | | | | | 0.98 | 3 |
| | | | | | 1.04 | 4.6 | | | | 2.21 | 9.57 | | | |
| 193 | 0.5 | 257.9 | TR193A | 18.35 | | | | | | | | | 0.95 | 3 |
| | | | | | 1 | 4.43 | | | | 2.29 | 9.93 | | | |
| 194 | 0.5 | 258.4 | TR194A | 18.64 | | | | | | | | | 0.91 | 3 |
| | | | | | 0.95 | 4.18 | | | | 2.39 | 10.36 | | | |
| 195 | 0.5 | 258.9 | TR195A | 18.96 | | | | | | | | | 0.86 | 3 |
| | | | | | 0.87 | 3.84 | | | | 2.51 | 10.9 | | | |
| 196 | 0.5 | 259.4 | TR196A | 19.3 | | | | | | | | | 0.78 | 2 |
| | | | | | 2.66 | 2.23 | | | | 7.73 | 6.24 | | | |
| 197 | 0.5 | 259.9 | TR197A | 19.57 | | | | | | | | | 0.77 | 2 |
| | | | | | 2.77 | 2.33 | | | | 7.76 | 6.26 | | | |
| 198 | 0.5 | 260.4 | TR198A | 19.84 | | | | | | | | | 0.75 | 2 |
| | | | | | 2.87 | 2.41 | | | | 7.81 | 6.3 | | | |
| 199 | 0.5 | 260.9 | TR199A | 20.13 | | | | | | | | | 0.75 | 2 |
| | | | | | 2.95 | 2.49 | | | | 7.88 | 6.35 | | | |
| 200 | 0.5 | 261.4 | TR200A | 20.41 | | | | | | | | | 0.75 | 2 |
| | | | | | 3.02 | 2.55 | | | | 7.97 | 6.42 | | | |
| 201 | 0.5 | 261.9 | TR201A | 20.71 | | | | | | | | | 0.75 | 2 |
| | | | | | 3.08 | 2.6 | | | | 8.08 | 6.5 | | | |
| 202 | 0.5 | 262.4 | TR202A | 21.02 | | | | | | | | | 0.75 | 2 |
| | | | | | 3.14 | 2.65 | | | | 8.19 | 6.59 | | | |
| 203 | 0.5 | 262.9 | TR203A | 21.34 | | | | | | | | | 0.76 | 2 |
| | | | | | 3.19 | 2.69 | | | | 8.32 | 6.68 | | | |
| 204 | 0.5 | 263.4 | TR204A | 21.67 | | | | | | | | | 0.76 | 2 |
| | | | | | 3.24 | 2.73 | | | | 8.45 | 6.79 | | | |
| 205 | 0.5 | 263.9 | TR205A | 22.01 | | | | | | | | | 0.77 | 2 |
| | | | | | 3.28 | 2.77 | | | | 8.59 | 6.91 | | | |
| 206 | 0.5 | 264.4 | TR206A | 22.36 | | | | | | | | | 0.78 | 2 |
| | | | | | 3.33 | 2.82 | | | | 8.74 | 7.02 | | | |
| 207 | 0.5 | 264.9 | TR207A | 22.73 | | | | | | | | | 0.8 | 2 |
| | | | | | 3.38 | 2.86 | | | | 8.9 | 7.15 | | | |

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | Combinação de Cabos | |
|-------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|--|---------------------|--|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra If _{fico} (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | | Desce pela torre If _{fico} (kA) |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | |
| Comprimento do vão (km) | Distâncias acumuladas (km) | | | | | | | | | | | | | |
| 208 | 0.5 | 265.4 | TR208A | 23.11 | | | | | | | | | 0.81 | 2 |
| | | | | | 3.42 | 2.9 | | | | 9.06 | 7.28 | | | |
| 209 | 0.5 | 265.9 | TR209A | 23.5 | | | | | | | | | 0.82 | 2 |
| | | | | | 3.47 | 2.94 | | | | 9.23 | 7.42 | | | |
| 210 | 0.5 | 266.4 | TR210A | 23.91 | | | | | | | | | 0.84 | 2 |
| | | | | | 3.53 | 2.99 | | | | 9.41 | 7.56 | | | |
| 211 | 0.5 | 266.9 | TR211A | 24.34 | | | | | | | | | 0.85 | 2 |
| | | | | | 3.58 | 3.03 | | | | 9.59 | 7.7 | | | |
| 212 | 0.5 | 267.4 | TR212A | 24.78 | | | | | | | | | 0.87 | 2 |
| | | | | | 3.64 | 3.08 | | | | 9.78 | 7.85 | | | |
| 213 | 0.5 | 267.9 | TR213A | 25.24 | | | | | | | | | 0.88 | 2 |
| | | | | | 3.7 | 3.14 | | | | 9.98 | 8.01 | | | |
| 214 | 0.5 | 268.4 | TR214A | 25.72 | | | | | | | | | 0.9 | 2 |
| | | | | | 3.77 | 3.2 | | | | 10.18 | 8.17 | | | |
| 215 | 0.5 | 268.9 | TR215A | 26.23 | | | | | | | | | 0.92 | 2 |
| | | | | | 3.84 | 3.26 | | | | 10.39 | 8.34 | | | |
| 216 | 0.5 | 269.4 | TR216A | 26.75 | | | | | | | | | 0.94 | 2 |
| | | | | | 3.92 | 3.33 | | | | 10.6 | 8.51 | | | |
| 217 | 0.5 | 269.9 | TR217A | 27.3 | | | | | | | | | 0.96 | 2 |
| | | | | | 4.01 | 3.4 | | | | 10.83 | 8.68 | | | |
| 218 | 0.5 | 270.4 | TR218A | 27.87 | | | | | | | | | 0.99 | 2 |
| | | | | | 4.1 | 3.48 | | | | 11.06 | 8.87 | | | |
| 219 | 0.5 | 270.9 | TR219A | 28.46 | | | | | | | | | 1.01 | 2 |
| | | | | | 4.2 | 3.57 | | | | 11.29 | 9.05 | | | |
| 220 | 0.5 | 271.4 | TR220A | 29.09 | | | | | | | | | 1.04 | 2 |
| | | | | | 4.31 | 3.66 | | | | 11.54 | 9.25 | | | |
| 221 | 0.5 | 271.9 | TR221A | 29.74 | | | | | | | | | 1.07 | 2 |
| | | | | | 4.43 | 3.76 | | | | 11.79 | 9.44 | | | |
| 222 | 0.5 | 272.4 | TR222A | 30.43 | | | | | | | | | 1.11 | 2 |
| | | | | | 4.56 | 3.87 | | | | 12.05 | 9.65 | | | |
| 223 | 0.5 | 272.9 | TR223A | 31.14 | | | | | | | | | 1.14 | 2 |
| | | | | | 4.7 | 3.99 | | | | 12.31 | 9.86 | | | |
| 224 | 0.5 | 273.4 | TR224A | 31.89 | | | | | | | | | 1.18 | 2 |
| | | | | | 4.85 | 4.12 | | | | 12.58 | 10.07 | | | |
| 225 | 0.5 | 273.9 | TR225A | 32.68 | | | | | | | | | 1.22 | 2 |
| | | | | | 5.01 | 4.26 | | | | 12.86 | 10.29 | | | |
| 226 | 0.5 | 274.4 | TR226A | 33.51 | | | | | | | | | 1.27 | 2 |
| | | | | | 5.18 | 4.41 | | | | 13.15 | 10.51 | | | |
| 227 | 0.5 | 274.9 | TR227A | 34.37 | | | | | | | | | 1.31 | 2 |
| | | | | | 5.36 | 4.56 | | | | 13.45 | 10.75 | | | |
| 228 | 0.5 | 275.4 | TR228A | 35.28 | | | | | | | | | 1.36 | 2 |
| | | | | | 5.54 | 4.73 | | | | 13.76 | 10.99 | | | |
| 229 | 0.5 | 275.9 | TR229A | 36.24 | | | | | | | | | 1.41 | 2 |
| | | | | | 5.74 | 4.89 | | | | 14.08 | 11.24 | | | |
| 230 | 0.5 | 276.4 | TR230A | 37.24 | | | | | | | | | 1.47 | 2 |
| | | | | | 5.93 | 5.06 | | | | 14.43 | 11.52 | | | |
| 231 | 0.5 | 276.9 | TR231A | 38.3 | | | | | | | | | 1.52 | 2 |
| | | | | | 6.12 | 5.22 | | | | 14.8 | 11.81 | | | |
| 232 | 0.5 | 277.4 | TR232A | 39.42 | | | | | | | | | 1.57 | 2 |
| | | | | | 6.31 | 5.39 | | | | 15.2 | 12.13 | | | |
| 233 | 0.5 | 277.9 | TR233A | 40.6 | | | | | | | | | 1.62 | 2 |
| | | | | | 6.49 | 5.54 | | | | 15.65 | 12.48 | | | |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 46 de 83

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | Combinação de Cabos | | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|--|---------------------|--|---|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra If _{pico} (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | | Desce pela torre If _{pico} (kA) | |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | | |
| 234 | 0.5 | 278.4 | TR234A | 41.85 | | | | | | | | | | 1.67 | 2 |
| | | | | | 6.66 | 5.68 | | | 16.16 | 12.88 | | | | 1.72 | 2 |
| 235 | 0.5 | 278.9 | TR235A | 43.19 | | | | | | | | | | 1.72 | 2 |
| | | | | | 6.81 | 5.82 | | | 16.73 | 13.34 | | | | 1.76 | 2 |
| 236 | 0.5 | 279.4 | TR236A | 44.62 | | | | | | | | | | 1.76 | 2 |
| | | | | | 6.96 | 5.95 | | | 17.39 | 13.87 | | | | 1.8 | 2 |
| 237 | 0.5 | 279.9 | TR237A | 46.16 | | | | | | | | | | 1.8 | 2 |
| | | | | | 7.13 | 6.09 | | | 18.15 | 14.47 | | | | 1.85 | 2 |
| 238 | 0.5 | 280.4 | TR238A | 47.82 | | | | | | | | | | 1.85 | 2 |
| | | | | | 7.35 | 6.29 | | | 19.02 | 15.18 | | | | 1.91 | 2 |
| 239 | 0.5 | 280.9 | TR239A | 49.63 | | | | | | | | | | 1.91 | 2 |
| | | | | | 8.1 | 6.93 | | | 20.03 | 15.98 | | | | 1.91 | 1 |
| 240 | 0.1 | 281 | MALSE2 | 50 | | | | | | | | | | 36.69 | |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 47 de 83 |

ANEXO 2B – LT 525 KV (CS E CD) JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 C1

| COMBINAÇÃO DE CABOS PARA-RAIOS E SUAS CAPACIDADES | | | | | | |
|---|---------------|---------------|----------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|
| Número | Posição | COMP. (km) | Cabo A Nome | Cabo A CORR. MAX (kA) | Cabo B Nome | Cabo B CORR. MAX (kA) |
| 1 | 1º VÃO | 0,10 | CAA DOTTEREL | 26,00 | OPGW1 | 18,00 |
| 2 | MEIO DA LINHA | 0,50 | CAA DOTTEREL | 26,00 | OPGW1 | 18,00 |
| 3 | MEIO DA LINHA | 0,50 | 3/8" EAR | 7,70 | OPGW1 | 10,95 |
| 4 | MEIO DA LINHA | 0,50 | 3/8" EAR | 7,70 | OPGW2 | 10,95 |
| 5 | MEIO DA LINHA | 0,80 | 3/8" EAR | 7,70 | OPGW2 | 10,95 |

MALSE1 - SE Joinville Sul

MALSE2 - SE Itajaí 2

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 48 de 83 |

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | Combinção de Cabos | | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|---|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------|--|--------------------|---|---|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra I _{f.pico} (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | | Desce pela torre I _{f.pico} (kA) | |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | MALSE1 | 50 | 19.09 | 15.27 | | | | 8.93 | 7.57 | | | 35 | 1 |
| 1 | 0.1 | 0.1 | TR001A | 49.69 | 18.16 | 14.53 | | | | 8.21 | 6.95 | | | 1.83 | 2 |
| 2 | 0.5 | 0.6 | TR002A | 48.18 | 17.35 | 13.88 | | | | 8.09 | 6.84 | | | 1.79 | 2 |
| 3 | 0.5 | 1.1 | TR003A | 46.79 | 16.65 | 13.32 | | | | 8.01 | 6.77 | | | 1.76 | 2 |
| 4 | 0.5 | 1.6 | TR004A | 45.51 | 16.05 | 12.84 | | | | 7.94 | 6.7 | | | 1.74 | 2 |
| 5 | 0.5 | 2.1 | TR005A | 44.32 | 15.53 | 12.42 | | | | 7.85 | 6.62 | | | 1.72 | 2 |
| 6 | 0.5 | 2.6 | TR006A | 43.21 | 15.09 | 12.07 | | | | 7.74 | 6.53 | | | 1.69 | 2 |
| 7 | 0.5 | 3.1 | TR007A | 42.17 | 14.69 | 11.75 | | | | 7.62 | 6.42 | | | 1.65 | 2 |
| 8 | 0.5 | 3.6 | TR008A | 41.19 | 14.34 | 11.48 | | | | 7.47 | 6.29 | | | 1.62 | 2 |
| 9 | 0.5 | 4.1 | TR009A | 40.26 | 14.02 | 11.23 | | | | 7.31 | 6.16 | | | 1.58 | 2 |
| 10 | 0.5 | 4.6 | TR010A | 39.37 | 13.74 | 11.01 | | | | 7.15 | 6.01 | | | 1.54 | 2 |
| 11 | 0.5 | 5.1 | TR011A | 38.53 | 13.47 | 10.8 | | | | 6.98 | 5.86 | | | 1.5 | 2 |
| 12 | 0.5 | 5.6 | TR012A | 37.73 | 13.22 | 10.61 | | | | 6.8 | 5.71 | | | 1.46 | 2 |
| 13 | 0.5 | 6.1 | TR013A | 36.97 | 12.99 | 10.44 | | | | 6.62 | 5.55 | | | 1.43 | 2 |
| 14 | 0.5 | 6.6 | TR014A | 36.24 | 12.78 | 10.28 | | | | 6.44 | 5.39 | | | 1.4 | 2 |
| 15 | 0.5 | 7.1 | TR015A | 35.54 | 12.59 | 10.13 | | | | 6.26 | 5.23 | | | 1.37 | 2 |
| 16 | 0.5 | 7.6 | TR016A | 34.87 | 12.42 | 10 | | | | 6.07 | 5.07 | | | 1.35 | 2 |
| 17 | 0.5 | 8.1 | TR017A | 34.23 | 12.27 | 9.89 | | | | 5.87 | 4.9 | | | 1.34 | 2 |
| 18 | 0.5 | 8.6 | TR018A | 33.61 | 12.14 | 9.81 | | | | 5.67 | 4.72 | | | 1.33 | 2 |
| 19 | 0.5 | 9.1 | TR019A | 33.01 | 12.05 | 9.74 | | | | 5.45 | 4.53 | | | 1.33 | 2 |
| 20 | 0.5 | 9.6 | TR020A | 32.43 | 3.33 | 17.97 | | | | 1.52 | 8.29 | | | 1.34 | 3 |
| 21 | 0.5 | 10.1 | TR021A | 31.7 | 3.18 | 17.14 | | | | 1.57 | 8.6 | | | 1.39 | 3 |
| 22 | 0.5 | 10.6 | TR022A | 31.04 | 3.05 | 16.44 | | | | 1.61 | 8.83 | | | 1.43 | 3 |
| 23 | 0.5 | 11.1 | TR023A | 30.44 | 2.94 | 15.85 | | | | 1.64 | 8.98 | | | 1.46 | 3 |
| 24 | 0.5 | 11.6 | TR024A | 29.89 | 2.84 | 15.33 | | | | 1.66 | 9.08 | | | 1.48 | 3 |
| 25 | 0.5 | 12.1 | TR025A | 29.39 | 2.76 | 14.89 | | | | 1.67 | 9.14 | | | 1.49 | 3 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 49 de 83

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | Combinção de Cabos | | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|---|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------|--|--------------------|---|---|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra I _{f.pico} (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | | Desce pela torre I _{f.pico} (kA) | |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | | |
| 26 | 0.5 | 12.6 | TR026A | 28.91 | | | | | | 1.67 | 9.17 | | | 1.49 | |
| | | | | | 2.69 | 14.49 | | | | | | | | | 3 |
| 27 | 0.5 | 13.1 | TR027A | 28.47 | | | | | | 1.68 | 9.18 | | | 1.49 | |
| | | | | | 2.62 | 14.14 | | | | | | | | | 3 |
| 28 | 0.5 | 13.6 | TR028A | 28.06 | | | | | | 1.68 | 9.17 | | | 1.49 | |
| | | | | | 2.56 | 13.82 | | | | | | | | | 3 |
| 29 | 0.5 | 14.1 | TR029A | 27.66 | | | | | | 1.67 | 9.15 | | | 1.48 | |
| | | | | | 2.51 | 13.53 | | | | | | | | | 3 |
| 30 | 0.5 | 14.6 | TR030A | 27.29 | | | | | | 1.67 | 9.12 | | | 1.47 | |
| | | | | | 2.46 | 13.26 | | | | | | | | | 3 |
| 31 | 0.5 | 15.1 | TR031A | 26.94 | | | | | | 1.66 | 9.09 | | | 1.46 | |
| | | | | | 2.42 | 13.02 | | | | | | | | | 3 |
| 32 | 0.5 | 15.6 | TR032A | 26.61 | | | | | | 1.65 | 9.05 | | | 1.46 | |
| | | | | | 2.37 | 12.79 | | | | | | | | | 3 |
| 33 | 0.5 | 16.1 | TR033A | 26.3 | | | | | | 1.65 | 9 | | | 1.45 | |
| | | | | | 2.34 | 12.58 | | | | | | | | | 3 |
| 34 | 0.5 | 16.6 | TR034A | 26 | | | | | | 1.64 | 8.95 | | | 1.44 | |
| | | | | | 2.3 | 12.39 | | | | | | | | | 3 |
| 35 | 0.5 | 17.1 | TR035A | 25.71 | | | | | | 1.63 | 8.89 | | | 1.43 | |
| | | | | | 2.27 | 12.22 | | | | | | | | | 3 |
| 36 | 0.5 | 17.6 | TR036A | 25.44 | | | | | | 1.61 | 8.82 | | | 1.42 | |
| | | | | | 2.24 | 12.07 | | | | | | | | | 3 |
| 37 | 0.5 | 18.1 | TR037A | 25.18 | | | | | | 1.6 | 8.75 | | | 1.42 | |
| | | | | | 2.21 | 11.94 | | | | | | | | | 3 |
| 38 | 0.5 | 18.6 | TR038A | 24.93 | | | | | | 1.58 | 8.65 | | | 1.42 | |
| | | | | | 2.19 | 11.83 | | | | | | | | | 3 |
| 39 | 0.5 | 19.1 | TR039A | 24.69 | | | | | | 1.56 | 8.54 | | | 1.42 | |
| | | | | | 2.18 | 11.76 | | | | | | | | | 3 |
| 40 | 0.5 | 19.6 | TR040A | 24.46 | | | | | | 1.82 | 7.99 | | | 1.43 | |
| | | | | | 2.51 | 10.91 | | | | | | | | | 4 |
| 41 | 0.5 | 20.1 | TR041A | 24.24 | | | | | | 1.84 | 8.06 | | | 1.44 | |
| | | | | | 2.46 | 10.69 | | | | | | | | | 4 |
| 42 | 0.5 | 20.6 | TR042A | 24.02 | | | | | | 1.85 | 8.11 | | | 1.45 | |
| | | | | | 2.41 | 10.49 | | | | | | | | | 4 |
| 43 | 0.5 | 21.1 | TR043A | 23.82 | | | | | | 1.85 | 8.13 | | | 1.45 | |
| | | | | | 2.38 | 10.33 | | | | | | | | | 4 |
| 44 | 0.5 | 21.6 | TR044A | 23.62 | | | | | | 1.86 | 8.14 | | | 1.45 | |
| | | | | | 2.34 | 10.18 | | | | | | | | | 4 |
| 45 | 0.5 | 22.1 | TR045A | 23.44 | | | | | | 1.86 | 8.13 | | | 1.45 | |
| | | | | | 2.31 | 10.04 | | | | | | | | | 4 |
| 46 | 0.5 | 22.6 | TR046A | 23.26 | | | | | | 1.85 | 8.13 | | | 1.45 | |
| | | | | | 2.28 | 9.92 | | | | | | | | | 4 |
| 47 | 0.5 | 23.1 | TR047A | 23.09 | | | | | | 1.85 | 8.11 | | | 1.44 | |
| | | | | | 2.26 | 9.81 | | | | | | | | | 4 |
| 48 | 0.5 | 23.6 | TR048A | 22.93 | | | | | | 1.85 | 8.1 | | | 1.44 | |
| | | | | | 2.23 | 9.7 | | | | | | | | | 4 |
| 49 | 0.5 | 24.1 | TR049A | 22.78 | | | | | | 1.84 | 8.08 | | | 1.43 | |
| | | | | | 2.21 | 9.6 | | | | | | | | | 4 |
| 50 | 0.5 | 24.6 | TR050A | 22.63 | | | | | | 1.84 | 8.06 | | | 1.42 | |
| | | | | | 2.19 | 9.51 | | | | | | | | | 4 |
| 51 | 0.5 | 25.1 | TR051A | 22.49 | | | | | | 1.84 | 8.04 | | | 1.41 | |
| | | | | | 2.17 | 9.42 | | | | | | | | | 4 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 50 de 83

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | Combinção de Cabos | | |
|-------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|---|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------|--|--------------------|---|---|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra I _{f.pico} (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | | Desce pela torre I _{f.pico} (kA) | |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | | |
| Comprimento do vão (km) | Distâncias acumuladas (km) | | | | | | | | | | | | | | |
| 52 | 0.5 | 25.6 | TR052A | 22.36 | | | | | | 1.83 | 8.03 | | | 1.41 | |
| | | | | | 2.15 | 9.33 | | | | | | | | | 4 |
| 53 | 0.5 | 26.1 | TR053A | 22.23 | | | | | | 1.83 | 8.01 | | | 1.4 | |
| | | | | | 2.13 | 9.25 | | | | | | | | | 4 |
| 54 | 0.5 | 26.6 | TR054A | 22.11 | | | | | | 1.83 | 8 | | | 1.39 | |
| | | | | | 2.11 | 9.17 | | | | | | | | | 4 |
| 55 | 0.5 | 27.1 | TR055A | 22 | | | | | | 1.82 | 7.98 | | | 1.39 | |
| | | | | | 2.09 | 9.1 | | | | | | | | | 4 |
| 56 | 0.5 | 27.6 | TR056A | 21.89 | | | | | | 1.82 | 7.97 | | | 1.38 | |
| | | | | | 2.08 | 9.03 | | | | | | | | | 4 |
| 57 | 0.5 | 28.1 | TR057A | 21.79 | | | | | | | | | | 1.37 | |
| | | | | | 2.06 | 8.96 | | | | 1.82 | 7.96 | | | | 4 |
| 58 | 0.5 | 28.6 | TR058A | 21.69 | | | | | | | | | | 1.37 | |
| | | | | | 2.04 | 8.9 | | | | 1.82 | 7.95 | | | | 4 |
| 59 | 0.5 | 29.1 | TR059A | 21.6 | | | | | | | | | | 1.36 | |
| | | | | | 2.03 | 8.83 | | | | 1.82 | 7.95 | | | | 4 |
| 60 | 0.5 | 29.6 | TR060A | 21.52 | | | | | | | | | | 1.36 | |
| | | | | | 2.02 | 8.77 | | | | 1.82 | 7.94 | | | | 4 |
| 61 | 0.5 | 30.1 | TR061A | 21.44 | | | | | | | | | | 1.35 | |
| | | | | | 2 | 8.72 | | | | 1.81 | 7.94 | | | | 4 |
| 62 | 0.5 | 30.6 | TR062A | 21.37 | | | | | | | | | | 1.35 | |
| | | | | | 1.99 | 8.66 | | | | 1.81 | 7.94 | | | | 4 |
| 63 | 0.5 | 31.1 | TR063A | 21.3 | | | | | | | | | | 1.34 | |
| | | | | | 1.98 | 8.61 | | | | 1.81 | 7.94 | | | | 4 |
| 64 | 0.5 | 31.6 | TR064A | 21.23 | | | | | | | | | | 1.34 | |
| | | | | | 1.96 | 8.56 | | | | 1.82 | 7.94 | | | | 4 |
| 65 | 0.5 | 32.1 | TR065A | 21.18 | | | | | | | | | | 1.34 | |
| | | | | | 1.95 | 8.51 | | | | 1.82 | 7.94 | | | | 4 |
| 66 | 0.5 | 32.6 | TR066A | 21.12 | | | | | | | | | | 1.33 | |
| | | | | | 1.94 | 8.47 | | | | 1.82 | 7.95 | | | | 4 |
| 67 | 0.5 | 33.1 | TR067A | 21.07 | | | | | | | | | | 1.33 | |
| | | | | | 1.93 | 8.42 | | | | 1.82 | 7.95 | | | | 4 |
| 68 | 0.5 | 33.6 | TR068A | 21.03 | | | | | | | | | | 1.33 | |
| | | | | | 1.92 | 8.38 | | | | 1.82 | 7.96 | | | | 4 |
| 69 | 0.5 | 34.1 | TR069A | 20.99 | | | | | | | | | | 1.33 | |
| | | | | | 1.91 | 8.35 | | | | 1.82 | 7.97 | | | | 4 |
| 70 | 0.5 | 34.6 | TR070A | 20.96 | | | | | | | | | | 1.32 | |
| | | | | | 1.91 | 8.31 | | | | 1.83 | 7.98 | | | | 4 |
| 71 | 0.5 | 35.1 | TR071A | 20.93 | | | | | | | | | | 1.32 | |
| | | | | | 1.9 | 8.29 | | | | 1.83 | 7.99 | | | | 4 |
| 72 | 0.5 | 35.6 | TR072A | 20.91 | | | | | | | | | | 1.32 | |
| | | | | | 1.89 | 8.26 | | | | 1.83 | 8 | | | | 4 |
| 73 | 0.5 | 36.1 | TR073A | 20.89 | | | | | | | | | | 1.32 | |
| | | | | | 1.89 | 8.24 | | | | 1.83 | 8 | | | | 4 |
| 74 | 0.5 | 36.6 | TR074A | 20.87 | | | | | | | | | | 1.33 | |
| | | | | | 1.89 | 8.23 | | | | 1.83 | 8.01 | | | | 4 |
| 75 | 0.5 | 37.1 | TR075A | 20.86 | | | | | | | | | | 1.33 | |
| | | | | | 1.88 | 8.22 | | | | 1.84 | 8.01 | | | | 4 |
| 76 | 0.5 | 37.6 | TR076A | 20.85 | | | | | | | | | | 1.33 | |
| | | | | | 1.83 | 8.01 | | | | 1.83 | 8.01 | | | | 5 |
| 77 | 0.6 | 38.2 | TR077A | 20.85 | | | | | | | | | | 1.33 | |
| | | | | | 1.84 | 8.01 | | | | 1.88 | 8.22 | | | | 4 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 51 de 83

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | Combinção de Cabos | | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|---|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------|--|--------------------|---|---|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra I _{f.pico} (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | | Desce pela torre I _{f.pico} (kA) | |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | | |
| 78 | 0.5 | 38.7 | TR078A | 20.86 | | | | | | | | | | 1.33 | |
| | | | | | 1.83 | 8.01 | | | | 1.89 | 8.23 | | | 1.33 | 4 |
| 79 | 0.5 | 39.2 | TR079A | 20.87 | | | | | | | | | | 1.33 | |
| | | | | | 1.83 | 8 | | | | 1.89 | 8.24 | | | 1.33 | 4 |
| 80 | 0.5 | 39.7 | TR080A | 20.89 | | | | | | | | | | 1.32 | |
| | | | | | 1.83 | 8 | | | | 1.89 | 8.26 | | | 1.32 | 4 |
| 81 | 0.5 | 40.2 | TR081A | 20.91 | | | | | | | | | | 1.32 | |
| | | | | | 1.83 | 7.99 | | | | 1.9 | 8.29 | | | 1.32 | 4 |
| 82 | 0.5 | 40.7 | TR082A | 20.93 | | | | | | | | | | 1.32 | |
| | | | | | 1.83 | 7.98 | | | | 1.91 | 8.31 | | | 1.32 | 4 |
| 83 | 0.5 | 41.2 | TR083A | 20.96 | | | | | | | | | | 1.32 | |
| | | | | | 1.82 | 7.97 | | | | 1.91 | 8.35 | | | 1.32 | 4 |
| 84 | 0.5 | 41.7 | TR084A | 20.99 | | | | | | | | | | 1.33 | |
| | | | | | 1.82 | 7.96 | | | | 1.92 | 8.38 | | | 1.33 | 4 |
| 85 | 0.5 | 42.2 | TR085A | 21.03 | | | | | | | | | | 1.33 | |
| | | | | | 1.82 | 7.95 | | | | 1.93 | 8.42 | | | 1.33 | 4 |
| 86 | 0.5 | 42.7 | TR086A | 21.07 | | | | | | | | | | 1.33 | |
| | | | | | 1.82 | 7.95 | | | | 1.94 | 8.47 | | | 1.33 | 4 |
| 87 | 0.5 | 43.2 | TR087A | 21.12 | | | | | | | | | | 1.33 | |
| | | | | | 1.82 | 7.94 | | | | 1.95 | 8.51 | | | 1.33 | 4 |
| 88 | 0.5 | 43.7 | TR088A | 21.18 | | | | | | | | | | 1.34 | |
| | | | | | 1.82 | 7.94 | | | | 1.96 | 8.56 | | | 1.34 | 4 |
| 89 | 0.5 | 44.2 | TR089A | 21.23 | | | | | | | | | | 1.34 | |
| | | | | | 1.81 | 7.94 | | | | 1.98 | 8.61 | | | 1.34 | 4 |
| 90 | 0.5 | 44.7 | TR090A | 21.3 | | | | | | | | | | 1.34 | |
| | | | | | 1.81 | 7.94 | | | | 1.99 | 8.66 | | | 1.34 | 4 |
| 91 | 0.5 | 45.2 | TR091A | 21.37 | | | | | | | | | | 1.35 | |
| | | | | | 1.81 | 7.94 | | | | 2 | 8.72 | | | 1.35 | 4 |
| 92 | 0.5 | 45.7 | TR092A | 21.44 | | | | | | | | | | 1.35 | |
| | | | | | 1.82 | 7.94 | | | | 2.02 | 8.77 | | | 1.35 | 4 |
| 93 | 0.5 | 46.2 | TR093A | 21.52 | | | | | | | | | | 1.36 | |
| | | | | | 1.82 | 7.95 | | | | 2.03 | 8.83 | | | 1.36 | 4 |
| 94 | 0.5 | 46.7 | TR094A | 21.6 | | | | | | | | | | 1.36 | |
| | | | | | 1.82 | 7.95 | | | | 2.04 | 8.9 | | | 1.36 | 4 |
| 95 | 0.5 | 47.2 | TR095A | 21.69 | | | | | | | | | | 1.37 | |
| | | | | | 1.82 | 7.96 | | | | 2.06 | 8.96 | | | 1.37 | 4 |
| 96 | 0.5 | 47.7 | TR096A | 21.79 | | | | | | | | | | 1.37 | |
| | | | | | 1.82 | 7.97 | | | | 2.08 | 9.03 | | | 1.37 | 4 |
| 97 | 0.5 | 48.2 | TR097A | 21.89 | | | | | | | | | | 1.38 | |
| | | | | | 1.82 | 7.98 | | | | 2.09 | 9.1 | | | 1.38 | 4 |
| 98 | 0.5 | 48.7 | TR098A | 22 | | | | | | | | | | 1.39 | |
| | | | | | 1.83 | 8 | | | | 2.11 | 9.17 | | | 1.39 | 4 |
| 99 | 0.5 | 49.2 | TR099A | 22.11 | | | | | | | | | | 1.39 | |
| | | | | | 1.83 | 8.01 | | | | 2.13 | 9.25 | | | 1.39 | 4 |
| 100 | 0.5 | 49.7 | TR100A | 22.23 | | | | | | | | | | 1.4 | |
| | | | | | 1.83 | 8.03 | | | | 2.15 | 9.33 | | | 1.4 | 4 |
| 101 | 0.5 | 50.2 | TR101A | 22.36 | | | | | | | | | | 1.41 | |
| | | | | | 1.84 | 8.04 | | | | 2.17 | 9.42 | | | 1.41 | 4 |
| 102 | 0.5 | 50.7 | TR102A | 22.49 | | | | | | | | | | 1.41 | |
| | | | | | 1.84 | 8.06 | | | | 2.19 | 9.51 | | | 1.41 | 4 |
| 103 | 0.5 | 51.2 | TR103A | 22.63 | | | | | | | | | | 1.42 | |
| | | | | | 1.84 | 8.08 | | | | 2.21 | 9.6 | | | 1.42 | 4 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 52 de 83

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | Combinção de Cabos | | |
|-------------------------|----------------------------|------------------------|--------------------------------------|---|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|--|--------------------|---|---|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra I _{f-pico} (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | | Desce pela torre I _{f-pico} (kA) | |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | | |
| Comprimento do vão (km) | Distâncias acumuladas (km) | | | | | | | | | | | | | | |
| 104 | 0.5 | 51.7 | TR104A | 22.78 | | | | | | 2.23 | 9.7 | | | 1.43 | |
| | | | | | 1.85 | 8.1 | | | | | | | | | 4 |
| 105 | 0.5 | 52.2 | TR105A | 22.93 | | | | | | 2.26 | 9.81 | | | 1.44 | |
| | | | | | 1.85 | 8.11 | | | | | | | | | 4 |
| 106 | 0.5 | 52.7 | TR106A | 23.09 | | | | | | 2.28 | 9.92 | | | 1.44 | |
| | | | | | 1.85 | 8.13 | | | | | | | | | 4 |
| 107 | 0.5 | 53.2 | TR107A | 23.26 | | | | | | 2.31 | 10.04 | | | 1.45 | |
| | | | | | 1.86 | 8.13 | | | | | | | | | 4 |
| 108 | 0.5 | 53.7 | TR108A | 23.44 | | | | | | 2.34 | 10.18 | | | 1.45 | |
| | | | | | 1.86 | 8.14 | | | | | | | | | 4 |
| 109 | 0.5 | 54.2 | TR109A | 23.62 | | | | | | | | | | 1.45 | |
| | | | | | 1.85 | 8.13 | | | | 2.38 | 10.33 | | | | 4 |
| 110 | 0.5 | 54.7 | TR110A | 23.82 | | | | | | | | | | 1.45 | |
| | | | | | 1.85 | 8.11 | | | | 2.41 | 10.49 | | | | 4 |
| 111 | 0.5 | 55.2 | TR111A | 24.02 | | | | | | | | | | 1.45 | |
| | | | | | 1.84 | 8.06 | | | | 2.46 | 10.69 | | | | 4 |
| 112 | 0.5 | 55.7 | TR112A | 24.24 | | | | | | | | | | 1.44 | |
| | | | | | 1.82 | 7.99 | | | | 2.51 | 10.91 | | | | 4 |
| 113 | 0.5 | 56.2 | TR113A | 24.46 | | | | | | | | | | 1.43 | |
| | | | | | 1.56 | 8.54 | | | | 2.18 | 11.76 | | | | 3 |
| 114 | 0.5 | 56.7 | TR114A | 24.69 | | | | | | | | | | 1.42 | |
| | | | | | 1.58 | 8.65 | | | | 2.19 | 11.83 | | | | 3 |
| 115 | 0.5 | 57.2 | TR115A | 24.93 | | | | | | | | | | 1.42 | |
| | | | | | 1.6 | 8.75 | | | | 2.21 | 11.94 | | | | 3 |
| 116 | 0.5 | 57.7 | TR116A | 25.18 | | | | | | | | | | 1.42 | |
| | | | | | 1.61 | 8.82 | | | | 2.24 | 12.07 | | | | 3 |
| 117 | 0.5 | 58.2 | TR117A | 25.44 | | | | | | | | | | 1.42 | |
| | | | | | 1.63 | 8.89 | | | | 2.27 | 12.22 | | | | 3 |
| 118 | 0.5 | 58.7 | TR118A | 25.71 | | | | | | | | | | 1.43 | |
| | | | | | 1.64 | 8.95 | | | | 2.3 | 12.39 | | | | 3 |
| 119 | 0.5 | 59.2 | TR119A | 26 | | | | | | | | | | 1.44 | |
| | | | | | 1.65 | 9 | | | | 2.34 | 12.58 | | | | 3 |
| 120 | 0.5 | 59.7 | TR120A | 26.3 | | | | | | | | | | 1.45 | |
| | | | | | 1.65 | 9.05 | | | | 2.37 | 12.79 | | | | 3 |
| 121 | 0.5 | 60.2 | TR121A | 26.61 | | | | | | | | | | 1.46 | |
| | | | | | 1.66 | 9.09 | | | | 2.42 | 13.02 | | | | 3 |
| 122 | 0.5 | 60.7 | TR122A | 26.94 | | | | | | | | | | 1.46 | |
| | | | | | 1.67 | 9.12 | | | | 2.46 | 13.26 | | | | 3 |
| 123 | 0.5 | 61.2 | TR123A | 27.29 | | | | | | | | | | 1.47 | |
| | | | | | 1.67 | 9.15 | | | | 2.51 | 13.53 | | | | 3 |
| 124 | 0.5 | 61.7 | TR124A | 27.66 | | | | | | | | | | 1.48 | |
| | | | | | 1.68 | 9.17 | | | | 2.56 | 13.82 | | | | 3 |
| 125 | 0.5 | 62.2 | TR125A | 28.06 | | | | | | | | | | 1.49 | |
| | | | | | 1.68 | 9.18 | | | | 2.62 | 14.14 | | | | 3 |
| 126 | 0.5 | 62.7 | TR126A | 28.47 | | | | | | | | | | 1.49 | |
| | | | | | 1.67 | 9.17 | | | | 2.69 | 14.49 | | | | 3 |
| 127 | 0.5 | 63.2 | TR127A | 28.91 | | | | | | | | | | 1.49 | |
| | | | | | 1.67 | 9.14 | | | | 2.76 | 14.89 | | | | 3 |
| 128 | 0.5 | 63.7 | TR128A | 29.39 | | | | | | | | | | 1.49 | |
| | | | | | 1.66 | 9.08 | | | | 2.84 | 15.33 | | | | 3 |
| 129 | 0.5 | 64.2 | TR129A | 29.89 | | | | | | | | | | 1.48 | |
| | | | | | 1.64 | 8.98 | | | | 2.94 | 15.85 | | | | 3 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 53 de 83

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | Cominação de Cabos | | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|---|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|--|--------------------|---|---|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra I _{f_pico} (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | | Desce pela torre I _{f_pico} (kA) | |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | | |
| 130 | 0.5 | 64.7 | TR130A | 30.44 | | | | | | 3.05 | 16.44 | | | 1.46 | |
| 131 | 0.5 | 65.2 | TR131A | 31.04 | 1.61 | 8.83 | | | | 3.18 | 17.14 | | | 1.43 | 3 |
| 132 | 0.5 | 65.7 | TR132A | 31.7 | 1.57 | 8.6 | | | | 3.33 | 17.97 | | | 1.39 | 3 |
| 133 | 0.5 | 66.2 | TR133A | 32.43 | 1.52 | 8.29 | | | | 3.33 | 17.97 | | | 1.34 | 3 |
| 134 | 0.5 | 66.7 | TR134A | 33.01 | 5.45 | 4.53 | | | | 12.05 | 9.74 | | | 1.33 | 2 |
| 135 | 0.5 | 67.2 | TR135A | 33.61 | 5.67 | 4.72 | | | | 12.14 | 9.81 | | | 1.33 | 2 |
| 136 | 0.5 | 67.7 | TR136A | 34.23 | 5.87 | 4.9 | | | | 12.27 | 9.89 | | | 1.34 | 2 |
| 137 | 0.5 | 68.2 | TR137A | 34.87 | 6.07 | 5.07 | | | | 12.42 | 10 | | | 1.35 | 2 |
| 138 | 0.5 | 68.7 | TR138A | 35.54 | 6.26 | 5.23 | | | | 12.59 | 10.13 | | | 1.37 | 2 |
| 139 | 0.5 | 69.2 | TR139A | 36.24 | 6.44 | 5.39 | | | | 12.78 | 10.28 | | | 1.4 | 2 |
| 140 | 0.5 | 69.7 | TR140A | 36.97 | 6.62 | 5.55 | | | | 12.99 | 10.44 | | | 1.43 | 2 |
| 141 | 0.5 | 70.2 | TR141A | 37.73 | 6.8 | 5.71 | | | | 13.22 | 10.61 | | | 1.46 | 2 |
| 142 | 0.5 | 70.7 | TR142A | 38.53 | 6.98 | 5.86 | | | | 13.47 | 10.8 | | | 1.5 | 2 |
| 143 | 0.5 | 71.2 | TR143A | 39.37 | 7.15 | 6.01 | | | | 13.74 | 11.01 | | | 1.54 | 2 |
| 144 | 0.5 | 71.7 | TR144A | 40.26 | 7.31 | 6.16 | | | | 14.02 | 11.23 | | | 1.58 | 2 |
| 145 | 0.5 | 72.2 | TR145A | 41.19 | 7.47 | 6.29 | | | | 14.34 | 11.48 | | | 1.62 | 2 |
| 146 | 0.5 | 72.7 | TR146A | 42.17 | 7.62 | 6.42 | | | | 14.69 | 11.75 | | | 1.65 | 2 |
| 147 | 0.5 | 73.2 | TR147A | 43.21 | 7.74 | 6.53 | | | | 15.09 | 12.07 | | | 1.69 | 2 |
| 148 | 0.5 | 73.7 | TR148A | 44.32 | 7.85 | 6.62 | | | | 15.53 | 12.42 | | | 1.72 | 2 |
| 149 | 0.5 | 74.2 | TR149A | 45.51 | 7.94 | 6.7 | | | | 16.05 | 12.84 | | | 1.74 | 2 |
| 150 | 0.5 | 74.7 | TR150A | 46.79 | 8.01 | 6.77 | | | | 16.65 | 13.32 | | | 1.76 | 2 |
| 151 | 0.5 | 75.2 | TR151A | 48.18 | 8.09 | 6.84 | | | | 17.35 | 13.88 | | | 1.79 | 2 |
| 152 | 0.5 | 75.7 | TR152A | 49.69 | 8.21 | 6.95 | | | | 18.16 | 14.53 | | | 1.83 | 2 |
| 153 | 0.1 | 75.8 | MALSE2 | 50 | 8.93 | 7.57 | | | | 19.09 | 15.27 | | | 35 | 1 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 54 de 83

ANEXO 2C – LT 525 KV (CS E CD) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1

| COMBINAÇÃO DE CABOS PARA-RAIOS E SUAS CAPACIDADES | | | | | | |
|---|---------------|---------------|----------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|
| Número | Posição | COMP. (km) | Cabo A Nome | Cabo A CORR. MAX (kA) | Cabo B Nome | Cabo B CORR. MAX (kA) |
| 1 | 1º VÃO | 0,10 | CAA DOTTEREL | 26,00 | OPGW1 | 18,00 |
| 2 | MEIO DA LINHA | 0,50 | CAA DOTTEREL | 26,00 | OPGW1 | 18,00 |
| 3 | MEIO DA LINHA | 0,50 | 3/8" EAR | 7,70 | OPGW1 | 10,95 |
| 4 | MEIO DA LINHA | 0,50 | 3/8" EAR | 7,70 | OPGW2 | 10,95 |
| 5 | MEIO DA LINHA | 0,80 | 3/8" EAR | 7,70 | OPGW2 | 10,95 |

MALSE1 - SE Itajaí 2

MALSE2 - SE Biguaçu

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 55 de 83 |

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | Combinção de Cabos | | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------|--|--------------------|--|---|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra If _{pico} (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | | Desce pela torre If _{pico} (kA) | |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | | |
| 0 | 0 | 0 | MALSE1 | 50 | | | | | | | | | | 34.89 | |
| 1 | 0.1 | 0.1 | TR001A | 49.69 | 19.04 | 15.22 | | | | 8.99 | 7.61 | | | 1.82 | 1 |
| 2 | 0.5 | 0.6 | TR002A | 48.2 | 18.11 | 14.48 | | | | 8.27 | 7 | | | 1.78 | 2 |
| 3 | 0.5 | 1.1 | TR003A | 46.83 | 17.3 | 13.83 | | | | 8.15 | 6.89 | | | 1.76 | 2 |
| 4 | 0.5 | 1.6 | TR004A | 45.57 | 16.61 | 13.28 | | | | 8.08 | 6.82 | | | 1.74 | 2 |
| 5 | 0.5 | 2.1 | TR005A | 44.4 | 16.02 | 12.8 | | | | 8.02 | 6.76 | | | 1.71 | 2 |
| 6 | 0.5 | 2.6 | TR006A | 43.3 | 15.5 | 12.39 | | | | 7.93 | 6.69 | | | 1.69 | 2 |
| 7 | 0.5 | 3.1 | TR007A | 42.28 | 15.06 | 12.04 | | | | 7.83 | 6.6 | | | 1.65 | 2 |
| 8 | 0.5 | 3.6 | TR008A | 41.31 | 14.66 | 11.73 | | | | 7.71 | 6.49 | | | 1.62 | 2 |
| 9 | 0.5 | 4.1 | TR009A | 40.39 | 14.32 | 11.45 | | | | 7.57 | 6.37 | | | 1.58 | 2 |
| 10 | 0.5 | 4.6 | TR010A | 39.52 | 14 | 11.21 | | | | 7.42 | 6.24 | | | 1.54 | 2 |
| 11 | 0.5 | 5.1 | TR011A | 38.69 | 13.72 | 10.98 | | | | 7.26 | 6.1 | | | 1.5 | 2 |
| 12 | 0.5 | 5.6 | TR012A | 37.91 | 13.45 | 10.78 | | | | 7.09 | 5.95 | | | 1.46 | 2 |
| 13 | 0.5 | 6.1 | TR013A | 37.15 | 13.2 | 10.59 | | | | 6.92 | 5.81 | | | 1.43 | 2 |
| 14 | 0.5 | 6.6 | TR014A | 36.43 | 12.97 | 10.41 | | | | 6.75 | 5.66 | | | 1.39 | 2 |
| 15 | 0.5 | 7.1 | TR015A | 35.75 | 12.75 | 10.24 | | | | 6.58 | 5.51 | | | 1.37 | 2 |
| 16 | 0.5 | 7.6 | TR016A | 35.09 | 12.55 | 10.09 | | | | 6.41 | 5.36 | | | 1.34 | 2 |
| 17 | 0.5 | 8.1 | TR017A | 34.46 | 12.37 | 9.95 | | | | 6.24 | 5.21 | | | 1.33 | 2 |
| 18 | 0.5 | 8.6 | TR018A | 33.85 | 12.21 | 9.83 | | | | 6.06 | 5.06 | | | 1.31 | 2 |
| 19 | 0.5 | 9.1 | TR019A | 33.27 | 12.06 | 9.73 | | | | 5.88 | 4.89 | | | 1.31 | 2 |
| 20 | 0.5 | 9.6 | TR020A | 32.7 | 11.95 | 9.65 | | | | 5.68 | 4.72 | | | 1.31 | 2 |
| 21 | 0.5 | 10.1 | TR021A | 32.15 | 11.87 | 9.6 | | | | 5.47 | 4.54 | | | 1.32 | 2 |
| 22 | 0.5 | 10.6 | TR022A | 31.46 | 3.28 | 17.71 | | | | 1.53 | 8.34 | | | 1.38 | 3 |
| 23 | 0.5 | 11.1 | TR023A | 30.84 | 3.13 | 16.9 | | | | 1.58 | 8.66 | | | 1.43 | 3 |
| 24 | 0.5 | 11.6 | TR024A | 30.28 | 3 | 16.22 | | | | 1.63 | 8.89 | | | 1.45 | 3 |
| 25 | 0.5 | 12.1 | TR025A | 29.76 | 2.9 | 15.64 | | | | 1.65 | 9.05 | | | 1.47 | 3 |
| | | | | | 2.81 | 15.14 | | | | 1.67 | 9.16 | | | | 3 |

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | Combinção de Cabos | | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|---|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------|--|--------------------|---|---|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra I _f pico (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | | Desce pela torre I _f pico (kA) | |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | | |
| 26 | 0.5 | 12.6 | TR026A | 29.28 | | | | | | | | | | 1.48 | |
| | | | | | 2.73 | 14.71 | | | | 1.69 | 9.23 | | | 1.49 | 3 |
| 27 | 0.5 | 13.1 | TR027A | 28.84 | | | | | | | | | | 1.49 | |
| | | | | | 2.66 | 14.33 | | | | 1.69 | 9.27 | | | 1.49 | 3 |
| 28 | 0.5 | 13.6 | TR028A | 28.42 | | | | | | | | | | 1.49 | |
| | | | | | 2.6 | 13.99 | | | | 1.7 | 9.29 | | | 1.49 | 3 |
| 29 | 0.5 | 14.1 | TR029A | 28.03 | | | | | | | | | | 1.49 | |
| | | | | | 2.54 | 13.68 | | | | 1.7 | 9.29 | | | 1.49 | 3 |
| 30 | 0.5 | 14.6 | TR030A | 27.66 | | | | | | | | | | 1.48 | |
| | | | | | 2.49 | 13.4 | | | | 1.7 | 9.28 | | | 1.48 | 3 |
| 31 | 0.5 | 15.1 | TR031A | 27.32 | | | | | | | | | | 1.48 | |
| | | | | | 2.44 | 13.15 | | | | 1.69 | 9.26 | | | 1.48 | 3 |
| 32 | 0.5 | 15.6 | TR032A | 26.99 | | | | | | | | | | 1.47 | |
| | | | | | 2.4 | 12.92 | | | | 1.69 | 9.23 | | | 1.47 | 3 |
| 33 | 0.5 | 16.1 | TR033A | 26.68 | | | | | | | | | | 1.46 | |
| | | | | | 2.36 | 12.7 | | | | 1.68 | 9.19 | | | 1.46 | 3 |
| 34 | 0.5 | 16.6 | TR034A | 26.38 | | | | | | | | | | 1.45 | |
| | | | | | 2.32 | 12.5 | | | | 1.67 | 9.15 | | | 1.45 | 3 |
| 35 | 0.5 | 17.1 | TR035A | 26.1 | | | | | | | | | | 1.44 | |
| | | | | | 2.29 | 12.32 | | | | 1.67 | 9.11 | | | 1.44 | 3 |
| 36 | 0.5 | 17.6 | TR036A | 25.84 | | | | | | | | | | 1.44 | |
| | | | | | 2.25 | 12.16 | | | | 1.66 | 9.05 | | | 1.44 | 3 |
| 37 | 0.5 | 18.1 | TR037A | 25.59 | | | | | | | | | | 1.43 | |
| | | | | | 2.23 | 12.02 | | | | 1.65 | 8.99 | | | 1.43 | 3 |
| 38 | 0.5 | 18.6 | TR038A | 25.34 | | | | | | | | | | 1.43 | |
| | | | | | 2.2 | 11.9 | | | | 1.63 | 8.92 | | | 1.43 | 3 |
| 39 | 0.5 | 19.1 | TR039A | 25.11 | | | | | | | | | | 1.43 | |
| | | | | | 2.19 | 11.8 | | | | 1.62 | 8.83 | | | 1.43 | 3 |
| 40 | 0.5 | 19.6 | TR040A | 24.89 | | | | | | | | | | 1.43 | |
| | | | | | 2.17 | 11.74 | | | | 1.6 | 8.72 | | | 1.43 | 3 |
| 41 | 0.5 | 20.1 | TR041A | 24.68 | | | | | | | | | | 1.44 | |
| | | | | | 2.51 | 10.9 | | | | 1.87 | 8.17 | | | 1.44 | 4 |
| 42 | 0.5 | 20.6 | TR042A | 24.47 | | | | | | | | | | 1.46 | |
| | | | | | 2.46 | 10.68 | | | | 1.88 | 8.25 | | | 1.46 | 4 |
| 43 | 0.5 | 21.1 | TR043A | 24.27 | | | | | | | | | | 1.47 | |
| | | | | | 2.41 | 10.5 | | | | 1.89 | 8.3 | | | 1.47 | 4 |
| 44 | 0.5 | 21.6 | TR044A | 24.09 | | | | | | | | | | 1.47 | |
| | | | | | 2.38 | 10.34 | | | | 1.9 | 8.33 | | | 1.47 | 4 |
| 45 | 0.5 | 22.1 | TR045A | 23.91 | | | | | | | | | | 1.47 | |
| | | | | | 2.35 | 10.2 | | | | 1.9 | 8.34 | | | 1.47 | 4 |
| 46 | 0.5 | 22.6 | TR046A | 23.74 | | | | | | | | | | 1.47 | |
| | | | | | 2.32 | 10.07 | | | | 1.9 | 8.34 | | | 1.47 | 4 |
| 47 | 0.5 | 23.1 | TR047A | 23.58 | | | | | | | | | | 1.47 | |
| | | | | | 2.29 | 9.95 | | | | 1.9 | 8.34 | | | 1.47 | 4 |
| 48 | 0.5 | 23.6 | TR048A | 23.43 | | | | | | | | | | 1.46 | |
| | | | | | 2.26 | 9.85 | | | | 1.9 | 8.33 | | | 1.46 | 4 |
| 49 | 0.5 | 24.1 | TR049A | 23.28 | | | | | | | | | | 1.46 | |
| | | | | | 2.24 | 9.75 | | | | 1.9 | 8.32 | | | 1.46 | 4 |
| 50 | 0.5 | 24.6 | TR050A | 23.15 | | | | | | | | | | 1.45 | |
| | | | | | 2.22 | 9.65 | | | | 1.9 | 8.31 | | | 1.45 | 4 |
| 51 | 0.5 | 25.1 | TR051A | 23.02 | | | | | | | | | | 1.45 | |
| | | | | | 2.2 | 9.57 | | | | 1.9 | 8.3 | | | 1.45 | 4 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 57 de 83

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | Combinção de Cabos | | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|---|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------|--|--------------------|---|---|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra I _f pico (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | | Desce pela torre I _f pico (kA) | |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | | |
| 52 | 0.5 | 25.6 | TR052A | 22.89 | | | | | | | | | | 1.44 | |
| | | | | | 2.18 | 9.48 | | | | 1.89 | 8.29 | | | | 4 |
| 53 | 0.5 | 26.1 | TR053A | 22.78 | | | | | | | | | | 1.43 | |
| | | | | | 2.16 | 9.4 | | | | 1.89 | 8.28 | | | | 4 |
| 54 | 0.5 | 26.6 | TR054A | 22.67 | | | | | | | | | | 1.43 | |
| | | | | | 2.14 | 9.33 | | | | 1.89 | 8.27 | | | | 4 |
| 55 | 0.5 | 27.1 | TR055A | 22.56 | | | | | | | | | | 1.42 | |
| | | | | | 2.13 | 9.26 | | | | 1.89 | 8.27 | | | | 4 |
| 56 | 0.5 | 27.6 | TR056A | 22.46 | | | | | | | | | | 1.42 | |
| | | | | | 2.11 | 9.19 | | | | 1.89 | 8.26 | | | | 4 |
| 57 | 0.5 | 28.1 | TR057A | 22.37 | | | | | | | | | | 1.41 | |
| | | | | | 2.1 | 9.12 | | | | 1.89 | 8.26 | | | | 4 |
| 58 | 0.5 | 28.6 | TR058A | 22.29 | | | | | | | | | | 1.41 | |
| | | | | | 2.08 | 9.06 | | | | 1.89 | 8.25 | | | | 4 |
| 59 | 0.5 | 29.1 | TR059A | 22.21 | | | | | | | | | | 1.4 | |
| | | | | | 2.07 | 9 | | | | 1.89 | 8.25 | | | | 4 |
| 60 | 0.5 | 29.6 | TR060A | 22.14 | | | | | | | | | | 1.4 | |
| | | | | | 2.05 | 8.94 | | | | 1.89 | 8.25 | | | | 4 |
| 61 | 0.5 | 30.1 | TR061A | 22.07 | | | | | | | | | | 1.39 | |
| | | | | | 2.04 | 8.89 | | | | 1.89 | 8.26 | | | | 4 |
| 62 | 0.5 | 30.6 | TR062A | 22.01 | | | | | | | | | | 1.39 | |
| | | | | | 2.03 | 8.84 | | | | 1.89 | 8.26 | | | | 4 |
| 63 | 0.5 | 31.1 | TR063A | 21.95 | | | | | | | | | | 1.38 | |
| | | | | | 2.02 | 8.79 | | | | 1.89 | 8.27 | | | | 4 |
| 64 | 0.5 | 31.6 | TR064A | 21.9 | | | | | | | | | | 1.38 | |
| | | | | | 2.01 | 8.74 | | | | 1.89 | 8.28 | | | | 4 |
| 65 | 0.5 | 32.1 | TR065A | 21.86 | | | | | | | | | | 1.38 | |
| | | | | | 2 | 8.7 | | | | 1.9 | 8.29 | | | | 4 |
| 66 | 0.5 | 32.6 | TR066A | 21.82 | | | | | | | | | | 1.38 | |
| | | | | | 1.99 | 8.65 | | | | 1.9 | 8.3 | | | | 4 |
| 67 | 0.5 | 33.1 | TR067A | 21.78 | | | | | | | | | | 1.37 | |
| | | | | | 1.98 | 8.61 | | | | 1.9 | 8.32 | | | | 4 |
| 68 | 0.5 | 33.6 | TR068A | 21.75 | | | | | | | | | | 1.37 | |
| | | | | | 1.97 | 8.58 | | | | 1.91 | 8.33 | | | | 4 |
| 69 | 0.5 | 34.1 | TR069A | 21.73 | | | | | | | | | | 1.37 | |
| | | | | | 1.96 | 8.54 | | | | 1.91 | 8.35 | | | | 4 |
| 70 | 0.5 | 34.6 | TR070A | 21.71 | | | | | | | | | | 1.37 | |
| | | | | | 1.95 | 8.51 | | | | 1.92 | 8.37 | | | | 4 |
| 71 | 0.5 | 35.1 | TR071A | 21.7 | | | | | | | | | | 1.37 | |
| | | | | | 1.94 | 8.48 | | | | 1.92 | 8.39 | | | | 4 |
| 72 | 0.5 | 35.6 | TR072A | 21.69 | | | | | | | | | | 1.37 | |
| | | | | | 1.94 | 8.45 | | | | 1.93 | 8.42 | | | | 4 |
| 73 | 0.5 | 36.1 | TR073A | 21.69 | | | | | | | | | | 1.37 | |
| | | | | | 1.93 | 8.42 | | | | 1.94 | 8.45 | | | | 4 |
| 74 | 0.5 | 36.6 | TR074A | 21.69 | | | | | | | | | | 1.37 | |
| | | | | | 1.92 | 8.39 | | | | 1.94 | 8.48 | | | | 4 |
| 75 | 0.5 | 37.1 | TR075A | 21.7 | | | | | | | | | | 1.37 | |
| | | | | | 1.92 | 8.37 | | | | 1.95 | 8.51 | | | | 4 |
| 76 | 0.5 | 37.6 | TR076A | 21.71 | | | | | | | | | | 1.37 | |
| | | | | | 1.91 | 8.35 | | | | 1.96 | 8.54 | | | | 4 |
| 77 | 0.5 | 38.1 | TR077A | 21.73 | | | | | | | | | | 1.37 | |
| | | | | | 1.91 | 8.33 | | | | 1.97 | 8.58 | | | | 4 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 58 de 83

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | Combinção de Cabos | | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|--|--------------------|--|---|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra If _{pico} (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | | Desce pela torre If _{pico} (kA) | |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | | |
| 78 | 0.5 | 38.6 | TR078A | 21.75 | | | | | | | | | | 1.37 | |
| | | | | | 1.9 | 8.32 | | | | 1.98 | 8.61 | | | 1.37 | 4 |
| 79 | 0.5 | 39.1 | TR079A | 21.78 | | | | | | | | | | 1.37 | |
| | | | | | 1.9 | 8.3 | | | | 1.99 | 8.65 | | | 1.38 | 4 |
| 80 | 0.5 | 39.6 | TR080A | 21.82 | | | | | | | | | | 1.38 | |
| | | | | | 1.9 | 8.29 | | | | 2 | 8.7 | | | 1.38 | 4 |
| 81 | 0.5 | 40.1 | TR081A | 21.86 | | | | | | | | | | 1.38 | |
| | | | | | 1.89 | 8.28 | | | | 2.01 | 8.74 | | | 1.38 | 4 |
| 82 | 0.5 | 40.6 | TR082A | 21.9 | | | | | | | | | | 1.38 | |
| | | | | | 1.89 | 8.27 | | | | 2.02 | 8.79 | | | 1.38 | 4 |
| 83 | 0.5 | 41.1 | TR083A | 21.95 | | | | | | | | | | 1.38 | |
| | | | | | 1.89 | 8.26 | | | | 2.03 | 8.84 | | | 1.39 | 4 |
| 84 | 0.5 | 41.6 | TR084A | 22.01 | | | | | | | | | | 1.39 | |
| | | | | | 1.89 | 8.26 | | | | 2.04 | 8.89 | | | 1.39 | 4 |
| 85 | 0.5 | 42.1 | TR085A | 22.07 | | | | | | | | | | 1.39 | |
| | | | | | 1.89 | 8.25 | | | | 2.05 | 8.94 | | | 1.4 | 4 |
| 86 | 0.5 | 42.6 | TR086A | 22.14 | | | | | | | | | | 1.4 | |
| | | | | | 1.89 | 8.25 | | | | 2.07 | 9 | | | 1.4 | 4 |
| 87 | 0.5 | 43.1 | TR087A | 22.21 | | | | | | | | | | 1.4 | |
| | | | | | 1.89 | 8.25 | | | | 2.08 | 9.06 | | | 1.41 | 4 |
| 88 | 0.5 | 43.6 | TR088A | 22.29 | | | | | | | | | | 1.41 | |
| | | | | | 1.89 | 8.26 | | | | 2.1 | 9.12 | | | 1.41 | 4 |
| 89 | 0.5 | 44.1 | TR089A | 22.37 | | | | | | | | | | 1.41 | |
| | | | | | 1.89 | 8.26 | | | | 2.11 | 9.19 | | | 1.42 | 4 |
| 90 | 0.5 | 44.6 | TR090A | 22.46 | | | | | | | | | | 1.42 | |
| | | | | | 1.89 | 8.27 | | | | 2.13 | 9.26 | | | 1.42 | 4 |
| 91 | 0.5 | 45.1 | TR091A | 22.56 | | | | | | | | | | 1.42 | |
| | | | | | 1.89 | 8.27 | | | | 2.14 | 9.33 | | | 1.43 | 4 |
| 92 | 0.5 | 45.6 | TR092A | 22.67 | | | | | | | | | | 1.43 | |
| | | | | | 1.89 | 8.28 | | | | 2.16 | 9.4 | | | 1.43 | 4 |
| 93 | 0.5 | 46.1 | TR093A | 22.78 | | | | | | | | | | 1.43 | |
| | | | | | 1.89 | 8.29 | | | | 2.18 | 9.48 | | | 1.44 | 4 |
| 94 | 0.5 | 46.6 | TR094A | 22.89 | | | | | | | | | | 1.44 | |
| | | | | | 1.9 | 8.3 | | | | 2.2 | 9.56 | | | 1.45 | 4 |
| 95 | 0.5 | 47.1 | TR095A | 23.02 | | | | | | | | | | 1.45 | |
| | | | | | 1.9 | 8.31 | | | | 2.22 | 9.65 | | | 1.45 | 4 |
| 96 | 0.5 | 47.6 | TR096A | 23.15 | | | | | | | | | | 1.45 | |
| | | | | | 1.9 | 8.32 | | | | 2.24 | 9.75 | | | 1.46 | 4 |
| 97 | 0.5 | 48.1 | TR097A | 23.28 | | | | | | | | | | 1.46 | |
| | | | | | 1.9 | 8.33 | | | | 2.26 | 9.85 | | | 1.46 | 4 |
| 98 | 0.5 | 48.6 | TR098A | 23.43 | | | | | | | | | | 1.46 | |
| | | | | | 1.9 | 8.34 | | | | 2.29 | 9.95 | | | 1.47 | 4 |
| 99 | 0.5 | 49.1 | TR099A | 23.58 | | | | | | | | | | 1.47 | |
| | | | | | 1.9 | 8.34 | | | | 2.32 | 10.07 | | | 1.47 | 4 |
| 100 | 0.5 | 49.6 | TR100A | 23.74 | | | | | | | | | | 1.47 | |
| | | | | | 1.9 | 8.34 | | | | 2.35 | 10.2 | | | 1.47 | 4 |
| 101 | 0.5 | 50.1 | TR101A | 23.91 | | | | | | | | | | 1.47 | |
| | | | | | 1.9 | 8.33 | | | | 2.38 | 10.34 | | | 1.47 | 4 |
| 102 | 0.5 | 50.6 | TR102A | 24.09 | | | | | | | | | | 1.47 | |
| | | | | | 1.89 | 8.3 | | | | 2.41 | 10.5 | | | 1.47 | 4 |
| 103 | 0.5 | 51.1 | TR103A | 24.27 | | | | | | | | | | 1.47 | |
| | | | | | 1.88 | 8.25 | | | | 2.46 | 10.68 | | | 1.47 | 4 |

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | | Combinção de Cabos | | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|---|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|--|---|--------------------|------|---|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra I _f pico (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | Desce pela torre I _f pico (kA) | | | |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | | | |
| 104 | 0.5 | 51.6 | TR104A | 24.47 | | | | | | | | | | | 1.46 | |
| 105 | 0.5 | 52.1 | TR105A | 24.68 | 1.87 | 8.17 | | | | 2.51 | 10.9 | | | | 1.44 | 4 |
| | | | | | 1.6 | 8.72 | | | | 2.17 | 11.74 | | | | | 3 |
| 106 | 0.5 | 52.6 | TR106A | 24.89 | | | | | | 2.19 | 11.8 | | | | 1.43 | 3 |
| | | | | | 1.62 | 8.83 | | | | 2.19 | 11.8 | | | | | 3 |
| 107 | 0.5 | 53.1 | TR107A | 25.11 | | | | | | | | | | | 1.43 | 3 |
| | | | | | 1.63 | 8.92 | | | | 2.2 | 11.9 | | | | | 3 |
| 108 | 0.5 | 53.6 | TR108A | 25.34 | | | | | | | | | | | 1.43 | 3 |
| | | | | | 1.65 | 8.99 | | | | 2.23 | 12.02 | | | | | 3 |
| 109 | 0.5 | 54.1 | TR109A | 25.59 | | | | | | | | | | | 1.43 | 3 |
| | | | | | 1.66 | 9.05 | | | | 2.25 | 12.16 | | | | | 3 |
| 110 | 0.5 | 54.6 | TR110A | 25.84 | | | | | | | | | | | 1.44 | 3 |
| | | | | | 1.67 | 9.11 | | | | 2.29 | 12.32 | | | | | 3 |
| 111 | 0.5 | 55.1 | TR111A | 26.1 | | | | | | | | | | | 1.44 | 3 |
| | | | | | 1.67 | 9.15 | | | | 2.32 | 12.5 | | | | | 3 |
| 112 | 0.5 | 55.6 | TR112A | 26.38 | | | | | | | | | | | 1.45 | 3 |
| | | | | | 1.68 | 9.19 | | | | 2.36 | 12.7 | | | | | 3 |
| 113 | 0.5 | 56.1 | TR113A | 26.68 | | | | | | | | | | | 1.46 | 3 |
| | | | | | 1.69 | 9.23 | | | | 2.4 | 12.92 | | | | | 3 |
| 114 | 0.5 | 56.6 | TR114A | 26.99 | | | | | | | | | | | 1.47 | 3 |
| | | | | | 1.69 | 9.26 | | | | 2.44 | 13.15 | | | | | 3 |
| 115 | 0.5 | 57.1 | TR115A | 27.32 | | | | | | | | | | | 1.48 | 3 |
| | | | | | 1.7 | 9.28 | | | | 2.49 | 13.4 | | | | | 3 |
| 116 | 0.5 | 57.6 | TR116A | 27.66 | | | | | | | | | | | 1.48 | 3 |
| | | | | | 1.7 | 9.29 | | | | 2.54 | 13.68 | | | | | 3 |
| 117 | 0.5 | 58.1 | TR117A | 28.03 | | | | | | | | | | | 1.49 | 3 |
| | | | | | 1.7 | 9.29 | | | | 2.6 | 13.99 | | | | | 3 |
| 118 | 0.5 | 58.6 | TR118A | 28.42 | | | | | | | | | | | 1.49 | 3 |
| | | | | | 1.69 | 9.27 | | | | 2.66 | 14.33 | | | | | 3 |
| 119 | 0.5 | 59.1 | TR119A | 28.84 | | | | | | | | | | | 1.49 | 3 |
| | | | | | 1.69 | 9.23 | | | | 2.73 | 14.71 | | | | | 3 |
| 120 | 0.5 | 59.6 | TR120A | 29.28 | | | | | | | | | | | 1.48 | 3 |
| | | | | | 1.67 | 9.16 | | | | 2.81 | 15.14 | | | | | 3 |
| 121 | 0.5 | 60.1 | TR121A | 29.76 | | | | | | | | | | | 1.47 | 3 |
| | | | | | 1.65 | 9.05 | | | | 2.9 | 15.64 | | | | | 3 |
| 122 | 0.5 | 60.6 | TR122A | 30.28 | | | | | | | | | | | 1.45 | 3 |
| | | | | | 1.63 | 8.89 | | | | 3 | 16.22 | | | | | 3 |
| 123 | 0.5 | 61.1 | TR123A | 30.84 | | | | | | | | | | | 1.43 | 3 |
| | | | | | 1.58 | 8.66 | | | | 3.13 | 16.9 | | | | | 3 |
| 124 | 0.5 | 61.6 | TR124A | 31.46 | | | | | | | | | | | 1.38 | 3 |
| | | | | | 1.53 | 8.34 | | | | 3.28 | 17.71 | | | | | 3 |
| 125 | 0.5 | 62.1 | TR125A | 32.15 | | | | | | | | | | | 1.32 | 2 |
| | | | | | 5.47 | 4.54 | | | | 11.87 | 9.6 | | | | | 2 |
| 126 | 0.5 | 62.6 | TR126A | 32.7 | | | | | | | | | | | 1.31 | 2 |
| | | | | | 5.68 | 4.72 | | | | 11.95 | 9.65 | | | | | 2 |
| 127 | 0.5 | 63.1 | TR127A | 33.27 | | | | | | | | | | | 1.31 | 2 |
| | | | | | 5.88 | 4.89 | | | | 12.06 | 9.73 | | | | | 2 |
| 128 | 0.5 | 63.6 | TR128A | 33.85 | | | | | | | | | | | 1.31 | 2 |
| | | | | | 6.06 | 5.06 | | | | 12.21 | 9.83 | | | | | 2 |
| 129 | 0.5 | 64.1 | TR129A | 34.46 | | | | | | | | | | | 1.33 | 2 |
| | | | | | 6.24 | 5.21 | | | | 12.37 | 9.95 | | | | | 2 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 60 de 83

| Local do curto-circuito | Distância da À ESQUERDA | | Níveis de corrente de curto-circuito | | | | | | | | | | Combinção de Cabos | | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|--|--|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------|--|--------------------|--|---|
| | | | Local da falta | Falta fase-terra If _{pico} (kA) | Distribuição das correntes de falta (kA) | | | | | | | | | Desce pela torre If _{pico} (kA) | |
| | Para SE 1 | | | | Para SE 2 | | | | | | | | | | |
| | Pelo cabo A à Esquerda | Pelo cabo B à Esquerda | | | Pelo cabo C à Esquerda | Pelo cabo D à Esquerda | Pelo cabo A à Direita | Pelo cabo B à Direita | Pelo cabo C à Direita | Pelo cabo D à Direita | | | | | |
| 130 | 0.5 | 64.6 | TR130A | 35.09 | | | | | | | | | | 1.34 | |
| | | | | | 6.41 | 5.36 | | | | 12.55 | 10.09 | | | | 2 |
| 131 | 0.5 | 65.1 | TR131A | 35.75 | | | | | | | | | | 1.37 | |
| | | | | | 6.58 | 5.51 | | | | 12.75 | 10.24 | | | | 2 |
| 132 | 0.5 | 65.6 | TR132A | 36.43 | | | | | | | | | | 1.39 | |
| | | | | | 6.75 | 5.66 | | | | 12.97 | 10.41 | | | | 2 |
| 133 | 0.5 | 66.1 | TR133A | 37.15 | | | | | | | | | | 1.43 | |
| | | | | | 6.92 | 5.81 | | | | 13.2 | 10.59 | | | | 2 |
| 134 | 0.5 | 66.6 | TR134A | 37.91 | | | | | | | | | | 1.46 | |
| | | | | | 7.09 | 5.95 | | | | 13.45 | 10.78 | | | | 2 |
| 135 | 0.5 | 67.1 | TR135A | 38.69 | | | | | | | | | | 1.5 | |
| | | | | | 7.26 | 6.1 | | | | 13.72 | 10.98 | | | | 2 |
| 136 | 0.5 | 67.6 | TR136A | 39.52 | | | | | | | | | | 1.54 | |
| | | | | | 7.42 | 6.24 | | | | 14 | 11.21 | | | | 2 |
| 137 | 0.5 | 68.1 | TR137A | 40.39 | | | | | | | | | | 1.58 | |
| | | | | | 7.57 | 6.37 | | | | 14.32 | 11.45 | | | | 2 |
| 138 | 0.5 | 68.6 | TR138A | 41.31 | | | | | | | | | | 1.62 | |
| | | | | | 7.71 | 6.49 | | | | 14.66 | 11.73 | | | | 2 |
| 139 | 0.5 | 69.1 | TR139A | 42.28 | | | | | | | | | | 1.65 | |
| | | | | | 7.83 | 6.6 | | | | 15.06 | 12.04 | | | | 2 |
| 140 | 0.5 | 69.6 | TR140A | 43.3 | | | | | | | | | | 1.69 | |
| | | | | | 7.93 | 6.69 | | | | 15.5 | 12.39 | | | | 2 |
| 141 | 0.5 | 70.1 | TR141A | 44.4 | | | | | | | | | | 1.71 | |
| | | | | | 8.02 | 6.76 | | | | 16.02 | 12.8 | | | | 2 |
| 142 | 0.5 | 70.6 | TR142A | 45.57 | | | | | | | | | | 1.74 | |
| | | | | | 8.08 | 6.82 | | | | 16.61 | 13.28 | | | | 2 |
| 143 | 0.5 | 71.1 | TR143A | 46.83 | | | | | | | | | | 1.76 | |
| | | | | | 8.15 | 6.89 | | | | 17.3 | 13.83 | | | | 2 |
| 144 | 0.5 | 71.6 | TR144A | 48.2 | | | | | | | | | | 1.78 | |
| | | | | | 8.27 | 7 | | | | 18.11 | 14.48 | | | | 2 |
| 145 | 0.5 | 72.1 | TR145A | 49.69 | | | | | | | | | | 1.82 | |
| | | | | | 8.99 | 7.61 | | | | 19.04 | 15.22 | | | | 1 |
| 146 | 0.1 | 72.2 | MALSE2 | 50 | | | | | | | | | | 34.89 | |

ANEXO 3 – RELATÓRIOS DE SAÍDA – PROGRAMA PLOSSES

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 62 de 83 |

ANEXO 3A – LT 525 KV (CS E CD) AREIA – JOINVILLE SUL C1

PROGRAMA PLOSSES MARTE ENGENHARIA LTDA.
LT 525 KV AREIA – JOINVILLE DO SUL CS

FREQUÊNCIA = 60.0 Hz
RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO = 1000.0 ohms.m
EXTENSÃO DA LT = 1.0 km
NÚMERO DE CABO(S) PARA-RAIOS = 2.0
NÚMERO DE CIRCUITO(S) = 1.0
PARA-RAIOS:
DOTTEREL
OPGW OPGW144 FIOS

RESISTÊNCIA DO CABO PARA-RAIOS X = 0.3220 ohms/km
RESISTÊNCIA DO CABO PARA-RAIOS Y = 0.4850 ohms/km
GMR DO CABO PARA-RAIOS X = 0.005920 m
GMR DO CABO PARA-RAIOS Y = 0.004900 m

ABSCISSA PARA-RAIOS X = -6.075 m
ORDENADA PARA-RAIOS X = 34.910 m
ABSCISSA PARA-RAIOS Y = 6.075 m
ORDENADA PARA-RAIOS Y = 34.910 m

ABSCISSA FASE A1 = -7.900 m
ORDENADA FASE A1 = 19.280 m
ABSCISSA FASE B1 = 0.000 m
ORDENADA FASE B1 = 26.520 m
ABSCISSA FASE C1 = 7.900 m
ORDENADA FASE C1 = 19.280 m

DISTÂNCIAS
FASE A1 - PARA-RAIOS X = 15.7362 m
FASE B1 - PARA-RAIOS X = 10.3585 m
FASE C1 - PARA-RAIOS X = 20.9666 m
FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 20.9666 m
FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 10.3585 m
FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 15.7362 m
ENTRE CABOS PARA-RAIOS X E Y = 12.1500 m

LINHA DE TRANSMISSÃO TRANSPOSTA

TRECHO 1

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3877 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4192 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3660 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3660 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4192 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3877 ohms/km

TRECHO 2

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4192 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3660 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3877 ohms/km

**LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1**

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 63 de 83

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4192 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3877 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3660 ohms/km

TRECHO 3

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3660 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3877 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4192 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3877 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3660 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4192 ohms/km

IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PARA-RAIOS X = 0.3813 + j 0.9823 ohms/km
 IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PARA-RAIOS Y = 0.5443 + j 0.9966 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA PARA-RAIOS X e Y = 0.0593 + j 0.4072 ohms/km

CORRENTE NA FASE A 3840.000/_90.000 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 1 = 133.178/_33.920 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 2 = 133.181/_153.919 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 3 = 133.183/_273.921 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 1 = 155.265/_316.977 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 2 = 155.263/_76.978 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 3 = 155.261/_196.977 A

PERDAS JOULE NO CABO PARA-RAIO X = 5.71 kW
PERDAS JOULE NO CABO PARA-RAIO Y = 11.69 kW
PERDAS JOULE TOTAL = 17.40 kW

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 64 de 83 |

PROGRAMA PLOSSES
LT 525 KV AREIA - JOINVILLE DO SUL CS

MARTE ENGENHARIA LTDA.

FREQUÊNCIA = 60.0 Hz
RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO = 1000.0 ohms.m
EXTENSÃO DA LT = 1.0 km
NÚMERO DE CABO(S) PARA-RAIOS = 2.0
NÚMERO DE CIRCUITO(S) = 1.0
PARA-RAIOS:
ACO PARA-RAIOS 3/8 7 FIOS
OPGW OPGW134 FIOS

RESISTÊNCIA DO CABO PARA-RAIOS X = 4.2300 ohms/km
RESISTÊNCIA DO CABO PARA-RAIOS Y = 0.8033 ohms/km
GMR DO CABO PARA-RAIOS X = 0.004570 m
GMR DO CABO PARA-RAIOS Y = 0.004000 m

ABSCISSA PARA-RAIOS X = -6.075 m
ORDENADA PARA-RAIOS X = 34.910 m
ABSCISSA PARA-RAIOS Y = 6.075 m
ORDENADA PARA-RAIOS Y = 34.910 m

ABSCISSA FASE A1 = -7.900 m
ORDENADA FASE A1 = 19.280 m
ABSCISSA FASE B1 = 0.000 m
ORDENADA FASE B1 = 26.520 m
ABSCISSA FASE C1 = 7.900 m
ORDENADA FASE C1 = 19.280 m

DISTÂNCIAS
FASE A1 - PARA-RAIOS X = 15.7362 m
FASE B1 - PARA-RAIOS X = 10.3585 m
FASE C1 - PARA-RAIOS X = 20.9666 m
FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 20.9666 m
FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 10.3585 m
FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 15.7362 m
ENTRE CABOS PARA-RAIOS X E Y = 12.1500 m

LINHA DE TRANSMISSÃO TRANSPOSTA

TRECHO 1

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3877 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4192 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3660 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3660 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4192 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3877 ohms/km

TRECHO 2

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4192 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3660 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3877 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4192 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3877 ohms/km

**LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1**

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 65 de 83

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3660 ohms/km

TRECHO 3

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3660 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3877 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4192 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3877 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3660 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4192 ohms/km

IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PARA-RAIOS X = 4.2893 + j 1.0019 ohms/km

IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PARA-RAIOS Y = 0.8626 + j 1.0119 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA PARA-RAIOS X e Y = 0.0593 + j 0.4072 ohms/km

CORRENTE NA FASE A 3840.000/_90.000 A

CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 1 = 28.375/_79.092 A

CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 2 = 28.376/_199.091 A

CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 3 = 28.376/_319.093 A

CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 1 = 138.944/_343.597 A

CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 2 = 138.944/_103.598 A

CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 3 = 138.941/_223.598 A

PERDAS JOULE NO CABO PARA-RAIO X = 3.41 kW

PERDAS JOULE NO CABO PARA-RAIO Y = 15.51 kW

PERDAS JOULE TOTAL = 18.91 kW

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 66 de 83

ANEXO 3B – LT 525 KV (CS E CD) JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 C1

PROGRAMA PLOSSES MARTE ENGENHARIA LTDA.
LT 525 KV JOINVILLE DO SUL - ITAJAÍ 2 CS

FREQUÊNCIA = 60.0 Hz
RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO = 1000.0 ohms.m
EXTENSÃO DA LT = 1.0 km
NÚMERO DE CABO(S) PARA-RAIOS = 2.0
NÚMERO DE CIRCUITO(S) = 1.0
PARA-RAIOS:
DOTTEREL
OPGW OPGW144 FIOS

RESISTÊNCIA DO CABO PARA-RAIOS X = 0.3220 ohms/km
RESISTÊNCIA DO CABO PARA-RAIOS Y = 0.4850 ohms/km
GMR DO CABO PARA-RAIOS X = 0.005920 m
GMR DO CABO PARA-RAIOS Y = 0.004900 m

ABSCISSA PARA-RAIOS X = -6.075 m
ORDENADA PARA-RAIOS X = 34.810 m
ABSCISSA PARA-RAIOS Y = 6.075 m
ORDENADA PARA-RAIOS Y = 34.810 m

ABSCISSA FASE A1 = -7.900 m
ORDENADA FASE A1 = 19.480 m
ABSCISSA FASE B1 = 0.000 m
ORDENADA FASE B1 = 26.720 m
ABSCISSA FASE C1 = 7.900 m
ORDENADA FASE C1 = 19.480 m

DISTÂNCIAS
FASE A1 - PARA-RAIOS X = 15.4382 m
FASE B1 - PARA-RAIOS X = 10.1170 m
FASE C1 - PARA-RAIOS X = 20.7439 m
FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 20.7439 m
FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 10.1170 m
FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 15.4382 m
ENTRE CABOS PARA-RAIOS X E Y = 12.1500 m

LINHA DE TRANSMISSÃO TRANSPOSTA

TRECHO 1

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3891 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4210 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4210 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3891 ohms/km

TRECHO 2

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4210 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3891 ohms/km

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 67 de 83 |

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4210 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3891 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km

TRECHO 3

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3891 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4210 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3891 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4210 ohms/km

IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PARA-RAIOS X = 0.3813 + j 0.9823 ohms/km
 IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PARA-RAIOS Y = 0.5443 + j 0.9966 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA PARA-RAIOS X e Y = 0.0593 + j 0.4072 ohms/km

CORRENTE NA FASE A 3935.000/_90.000 A

CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 1 = 139.382/_34.435 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 2 = 139.385/_154.434 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 3 = 139.387/_274.436 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 1 = 162.658/_316.659 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 2 = 162.657/_76.660 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 3 = 162.655/_196.659 A

PERDAS JOULE NO CABO PARA-RAIO X = 6.26 kW
 PERDAS JOULE NO CABO PARA-RAIO Y = 12.83 kW

PERDAS JOULE TOTAL = 19.09 kW

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 68 de 83 |

PROGRAMA PLOSSES MARTE ENGENHARIA LTDA.
LT 525 KV JOINVILLE DO SUL - ITAJAÍ 2 CS

FREQUÊNCIA = 60.0 Hz
RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO = 1000.0 ohms.m
EXTENSÃO DA LT = 1.0 km
NÚMERO DE CABO(S) PARA-RAIOS = 2.0
NÚMERO DE CIRCUITO(S) = 1.0
PARA-RAIOS:
ACO PARA-RAIOS 3/8 7 FIOS
OPGW OPGW144 FIOS

RESISTÊNCIA DO CABO PARA-RAIOS X = 4.2300 ohms/km
RESISTÊNCIA DO CABO PARA-RAIOS Y = 0.4850 ohms/km
GMR DO CABO PARA-RAIOS X = 0.004570 m
GMR DO CABO PARA-RAIOS Y = 0.004900 m

ABSCISSA PARA-RAIOS X = -6.075 m
ORDENADA PARA-RAIOS X = 34.810 m
ABSCISSA PARA-RAIOS Y = 6.075 m
ORDENADA PARA-RAIOS Y = 34.810 m

ABSCISSA FASE A1 = -7.900 m
ORDENADA FASE A1 = 19.480 m
ABSCISSA FASE B1 = 0.000 m
ORDENADA FASE B1 = 26.720 m
ABSCISSA FASE C1 = 7.900 m
ORDENADA FASE C1 = 19.480 m

DISTÂNCIAS
FASE A1 - PARA-RAIOS X = 15.4382 m
FASE B1 - PARA-RAIOS X = 10.1170 m
FASE C1 - PARA-RAIOS X = 20.7439 m
FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 20.7439 m
FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 10.1170 m
FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 15.4382 m
ENTRE CABOS PARA-RAIOS X E Y = 12.1500 m

LINHA DE TRANSMISSÃO TRANSPOSTA

TRECHO 1

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3891 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4210 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4210 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3891 ohms/km

TRECHO 2

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4210 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3891 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4210 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3891 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 Folha 69 de 83 |

TRECHO 3

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3891 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4210 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3891 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4210 ohms/km

IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PARA-RAIOS X = 4.2893 + j 1.0019 ohms/km
 IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PARA-RAIOS Y = 0.5443 + j 0.9966 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA PARA-RAIOS X e Y = 0.0593 + j 0.4072 ohms/km

CORRENTE NA FASE A 3935.000/ 90.000 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 1 = 29.516/ 86.981 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 2 = 29.517/ 206.980 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 3 = 29.517/ 326.982 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 1 = 170.807/ 331.850 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 2 = 170.808/ 91.852 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 3 = 170.804/ 211.851 A

PERDAS JOULE NO CABO PARA-RAIO X = 3.69 kW
 PERDAS JOULE NO CABO PARA-RAIO Y = 14.15 kW
PERDAS JOULE TOTAL = 17.84 kW

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 70 de 83 |

PROGRAMA PLOSSES
LT 525 KV JOINVILLE DO SUL - ITAJAÍ 2 CS

MARTE ENGENHARIA LTDA.

FREQUÊNCIA = 60.0 Hz
RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO = 1000.0 ohms.m
EXTENSÃO DA LT = 1.0 km
NÚMERO DE CABO(S) PARA-RAIOS = 2.0
NÚMERO DE CIRCUITO(S) = 1.0
PARA-RAIOS:
ACO PARA-RAIOS 3/8 7 FIOS
OPGW OPGW134 FIOS

RESISTÊNCIA DO CABO PARA-RAIOS X = 4.2300 ohms/km
RESISTÊNCIA DO CABO PARA-RAIOS Y = 0.8033 ohms/km
GMR DO CABO PARA-RAIOS X = 0.004570 m
GMR DO CABO PARA-RAIOS Y = 0.004000 m

ABSCISSA PARA-RAIOS X = -6.075 m
ORDENADA PARA-RAIOS X = 34.810 m
ABSCISSA PARA-RAIOS Y = 6.075 m
ORDENADA PARA-RAIOS Y = 34.810 m

ABSCISSA FASE A1 = -7.900 m
ORDENADA FASE A1 = 19.480 m
ABSCISSA FASE B1 = 0.000 m
ORDENADA FASE B1 = 26.720 m
ABSCISSA FASE C1 = 7.900 m
ORDENADA FASE C1 = 19.480 m

DISTÂNCIAS
FASE A1 - PARA-RAIOS X = 15.4382 m
FASE B1 - PARA-RAIOS X = 10.1170 m
FASE C1 - PARA-RAIOS X = 20.7439 m
FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 20.7439 m
FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 10.1170 m
FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 15.4382 m
ENTRE CABOS PARA-RAIOS X E Y = 12.1500 m

LINHA DE TRANSMISSÃO TRANSPOSTA

TRECHO 1

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3891 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4210 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4210 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3891 ohms/km

TRECHO 2

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4210 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3891 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4210 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3891 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km

**LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1**

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 71 de 83

TRECHO 3

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3891 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4210 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3891 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4210 ohms/km

IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PARA-RAIOS X = 4.2893 + j 1.0019 ohms/km
IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PARA-RAIOS Y = 0.8626 + j 1.0119 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA PARA-RAIOS X e Y = 0.0593 + j 0.4072 ohms/km

CORRENTE NA FASE A 3935.000/ 90.000 A
CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 1 = 29.645/ 79.616 A
CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 2 = 29.645/ 199.615 A
CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 3 = 29.646/ 319.617 A
CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 1 = 145.023/ 343.334 A
CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 2 = 145.024/ 103.335 A
CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 3 = 145.021/ 223.334 A

PERDAS JOULE NO CABO PARA-RAIO X = 3.72 kW
PERDAS JOULE NO CABO PARA-RAIO Y = 16.89 kW

PERDAS JOULE TOTAL = 20.61 kW

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 72 de 83 |

ANEXO 3C – LT 525 KV (CS E CD) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1

PROGRAMA PLOSSES MARTE ENGENHARIA LTDA.
LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

FREQUÊNCIA = 60.0 Hz
RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO = 1000.0 ohms.m
EXTENSÃO DA LT = 1.0 km
NÚMERO DE CABO(S) PARA-RAIOS = 2.0
NÚMERO DE CIRCUITO(S) = 1.0
PARA-RAIOS:
DOTTEREL
OPGW OPGW144 FIOS

RESISTÊNCIA DO CABO PARA-RAIOS X = 0.3220 ohms/km
RESISTÊNCIA DO CABO PARA-RAIOS Y = 0.4850 ohms/km
GMR DO CABO PARA-RAIOS X = 0.005920 m
GMR DO CABO PARA-RAIOS Y = 0.004900 m

ABSCISSA PARA-RAIOS X = -6.075 m
ORDENADA PARA-RAIOS X = 34.850 m
ABSCISSA PARA-RAIOS Y = 6.075 m
ORDENADA PARA-RAIOS Y = 34.850 m

ABSCISSA FASE A1 = -7.900 m
ORDENADA FASE A1 = 19.490 m
ABSCISSA FASE B1 = 0.000 m
ORDENADA FASE B1 = 26.730 m
ABSCISSA FASE C1 = 7.900 m
ORDENADA FASE C1 = 19.490 m

DISTÂNCIAS
FASE A1 - PARA-RAIOS X = 15.4680 m
FASE B1 - PARA-RAIOS X = 10.1410 m
FASE C1 - PARA-RAIOS X = 20.7661 m
FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 20.7661 m
FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 10.1410 m
FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 15.4680 m
ENTRE CABOS PARA-RAIOS X E Y = 12.1500 m

LINHA DE TRANSMISSÃO TRANSPOSTA

TRECHO 1

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3890 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4208 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4208 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3890 ohms/km

TRECHO 2

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4208 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3890 ohms/km

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 Folha 73 de 83 |

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4208 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3890 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km

TRECHO 3

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3890 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4208 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3890 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4208 ohms/km

IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PARA-RAIOS X = 0.3813 + j 0.9823 ohms/km
 IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PARA-RAIOS Y = 0.5443 + j 0.9966 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA PARA-RAIOS X e Y = 0.0593 + j 0.4072 ohms/km

CORRENTE NA FASE A 3960.000/_90.000 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 1 = 139.971/_34.383 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 2 = 139.974/_154.381 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 3 = 139.976/_274.383 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 1 = 163.329/_316.691 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 2 = 163.328/_76.692 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 3 = 163.326/_196.691 A

PERDAS JOULE NO CABO PARA-RAIO X = 6.31 kW
 PERDAS JOULE NO CABO PARA-RAIO Y = 12.94 kW
PERDAS JOULE TOTAL = 19.25 kW

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 74 de 83 |

PROGRAMA PLOSSES MARTE ENGENHARIA LTDA.
LT 525 KV ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU CS

FREQUÊNCIA = 60.0 Hz
RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO = 1000.0 ohms.m
EXTENSÃO DA LT = 1.0 km
NÚMERO DE CABO(S) PARA-RAIOS = 2.0
NÚMERO DE CIRCUITO(S) = 1.0
PARA-RAIOS:
ACO PARA-RAIOS 3/8 7 FIOS
OPGW OPGW144 FIOS

RESISTÊNCIA DO CABO PARA-RAIOS X = 4.2300 ohms/km
RESISTÊNCIA DO CABO PARA-RAIOS Y = 0.4850 ohms/km
GMR DO CABO PARA-RAIOS X = 0.004570 m
GMR DO CABO PARA-RAIOS Y = 0.004900 m

ABSCISSA PARA-RAIOS X = -6.075 m
ORDENADA PARA-RAIOS X = 34.850 m
ABSCISSA PARA-RAIOS Y = 6.075 m
ORDENADA PARA-RAIOS Y = 34.850 m

ABSCISSA FASE A1 = -7.900 m
ORDENADA FASE A1 = 19.490 m
ABSCISSA FASE B1 = 0.000 m
ORDENADA FASE B1 = 26.730 m
ABSCISSA FASE C1 = 7.900 m
ORDENADA FASE C1 = 19.490 m

DISTÂNCIAS
FASE A1 - PARA-RAIOS X = 15.4680 m
FASE B1 - PARA-RAIOS X = 10.1410 m
FASE C1 - PARA-RAIOS X = 20.7661 m
FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 20.7661 m
FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 10.1410 m
FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 15.4680 m
ENTRE CABOS PARA-RAIOS X E Y = 12.1500 m

LINHA DE TRANSMISSÃO TRANSPOSTA

TRECHO 1

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3890 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4208 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4208 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3890 ohms/km

TRECHO 2

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4208 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3890 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4208 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3890 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 Folha 75 de 83 |

TRECHO 3

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3890 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4208 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3890 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4208 ohms/km

IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PARA-RAIOS X = 4.2893 + j 1.0019 ohms/km
 IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PARA-RAIOS Y = 0.5443 + j 0.9966 ohms/km
 IMPEDÂNCIA MÚTUA PARA-RAIOS X e Y = 0.0593 + j 0.4072 ohms/km

CORRENTE NA FASE A 3960.000/ 90.000 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 1 = 29.641/ 86.929 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 2 = 29.641/ 206.928 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 3 = 29.642/ 326.929 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 1 = 171.577/ 331.877 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 2 = 171.577/ 91.878 A
 CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 3 = 171.574/ 211.878 A

PERDAS JOULE NO CABO PARA-RAIO X = 3.72 kW
 PERDAS JOULE NO CABO PARA-RAIO Y = 14.28 kW
PERDAS JOULE TOTAL = 17.99 kW

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 76 de 83 |

PROGRAMA PLOSSES
LT 525 KV ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU CS

MARTE ENGENHARIA LTDA.

FREQUÊNCIA = 60.0 Hz
RESISTIVIDADE ELÉTRICA DO SOLO = 1000.0 ohms.m
EXTENSÃO DA LT = 1.0 km
NÚMERO DE CABO(S) PARA-RAIOS = 2.0
NÚMERO DE CIRCUITO(S) = 1.0
PARA-RAIOS:
ACO PARA-RAIOS 3/8 7 FIOS
OPGW OPGW134 FIOS

RESISTÊNCIA DO CABO PARA-RAIOS X = 4.2300 ohms/km
RESISTÊNCIA DO CABO PARA-RAIOS Y = 0.8033 ohms/km
GMR DO CABO PARA-RAIOS X = 0.004570 m
GMR DO CABO PARA-RAIOS Y = 0.004000 m

ABSCISSA PARA-RAIOS X = -6.075 m
ORDENADA PARA-RAIOS X = 34.850 m
ABSCISSA PARA-RAIOS Y = 6.075 m
ORDENADA PARA-RAIOS Y = 34.850 m

ABSCISSA FASE A1 = -7.900 m
ORDENADA FASE A1 = 19.490 m
ABSCISSA FASE B1 = 0.000 m
ORDENADA FASE B1 = 26.730 m
ABSCISSA FASE C1 = 7.900 m
ORDENADA FASE C1 = 19.490 m

DISTÂNCIAS
FASE A1 - PARA-RAIOS X = 15.4680 m
FASE B1 - PARA-RAIOS X = 10.1410 m
FASE C1 - PARA-RAIOS X = 20.7661 m
FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 20.7661 m
FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 10.1410 m
FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 15.4680 m
ENTRE CABOS PARA-RAIOS X E Y = 12.1500 m

LINHA DE TRANSMISSÃO TRANSPOSTA

TRECHO 1

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3890 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4208 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4208 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3890 ohms/km

TRECHO 2

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4208 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3890 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4208 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3890 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km

**LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1**

LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B

CONDUTOR E PARA-RAIOS

Rev. 0

Folha 77 de 83

TRECHO 3

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.3890 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS X = 0.0593 + j 0.4208 ohms/km

IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE A1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3890 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE B1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.3668 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA FASE C1 - PARA-RAIOS Y = 0.0593 + j 0.4208 ohms/km

IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PARA-RAIOS X = 4.2893 + j 1.0019 ohms/km
IMPEDÂNCIA PRÓPRIA PARA-RAIOS Y = 0.8626 + j 1.0119 ohms/km
IMPEDÂNCIA MÚTUA PARA-RAIOS X e Y = 0.0593 + j 0.4072 ohms/km

CORRENTE NA FASE A 3960.000/ 90.000 A
CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 1 = 29.775/ 79.563 A
CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 2 = 29.776/ 199.562 A
CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS X TRECHO 3 = 29.776/ 319.564 A
CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 1 = 145.676/ 343.360 A
CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 2 = 145.677/ 103.362 A
CORRENTE NO CABO PARA-RAIOS Y TRECHO 3 = 145.674/ 223.361 A

PERDAS JOULE NO CABO PARA-RAIO X = 3.75 kW
PERDAS JOULE NO CABO PARA-RAIO Y = 17.05 kW

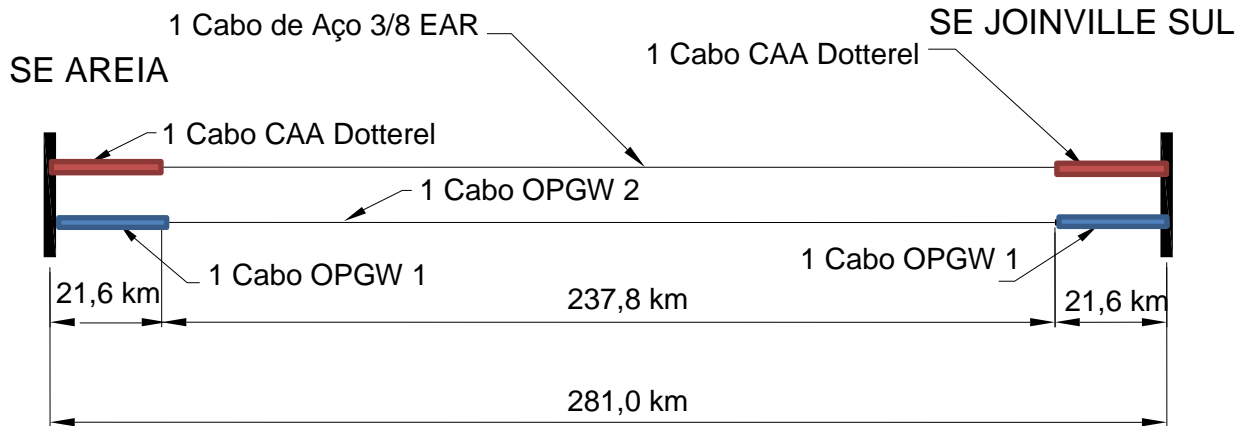
PERDAS JOULE TOTAL = 20.80 kW

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 78 de 83 |

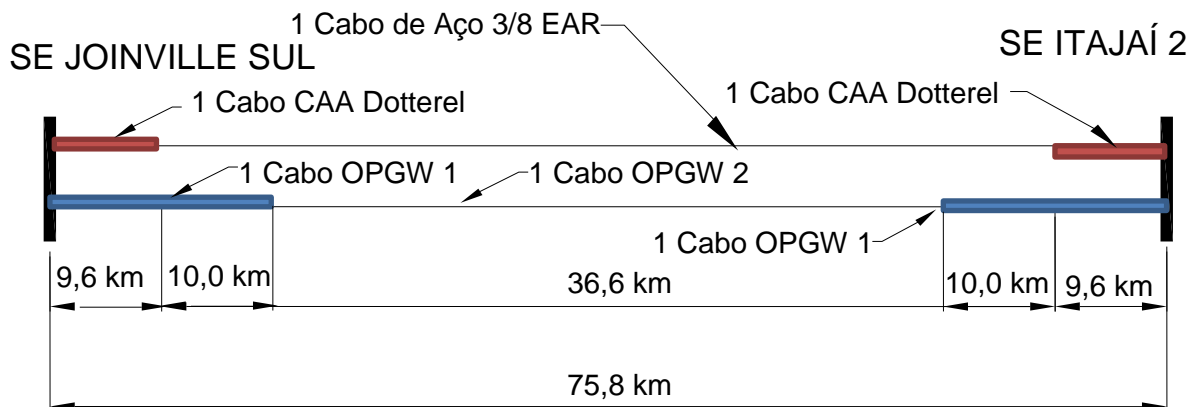
ANEXO 4 – CONFIGURAÇÃO DOS CABOS PARA-RAIOS

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 79 de 83 |

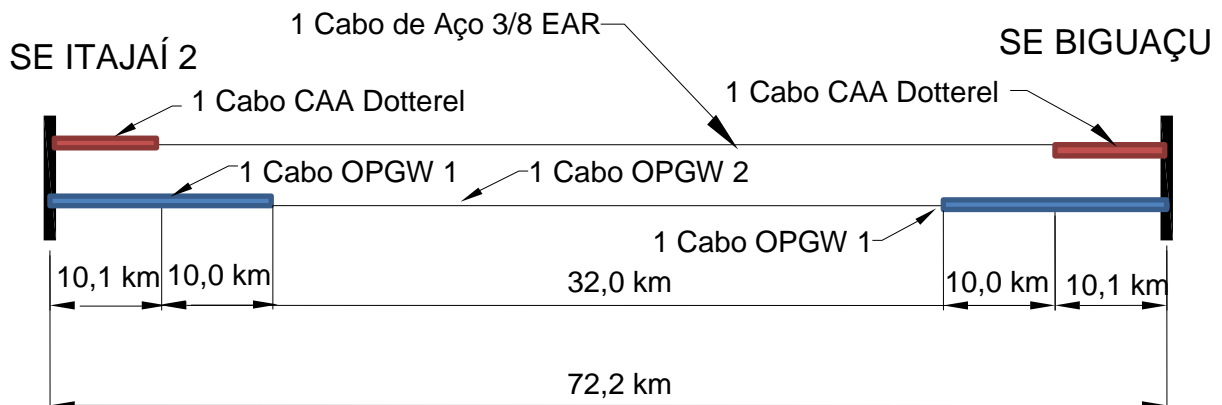
a) LT 525 kV (CS e CD) Areia – Joinville Sul C1



b) LT 525 kV (CS e CD) Joinville Sul – Itajaí 2 C1



c) LT 525 kV (CS e CD) Itajaí 2 – Biguaçu C1

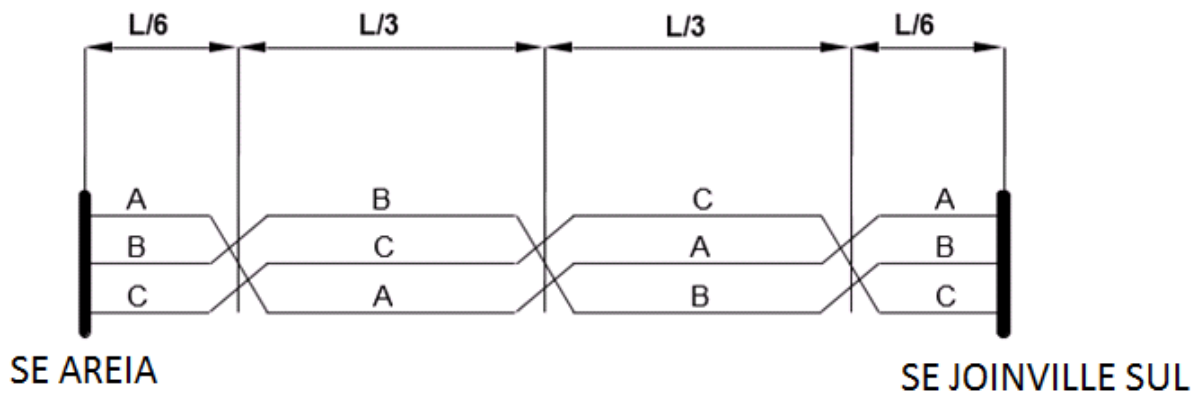


| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 80 de 83 |

ANEXO 5 – ESQUEMA DAS TRANSPOSIÇÕES

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 81 de 83 |

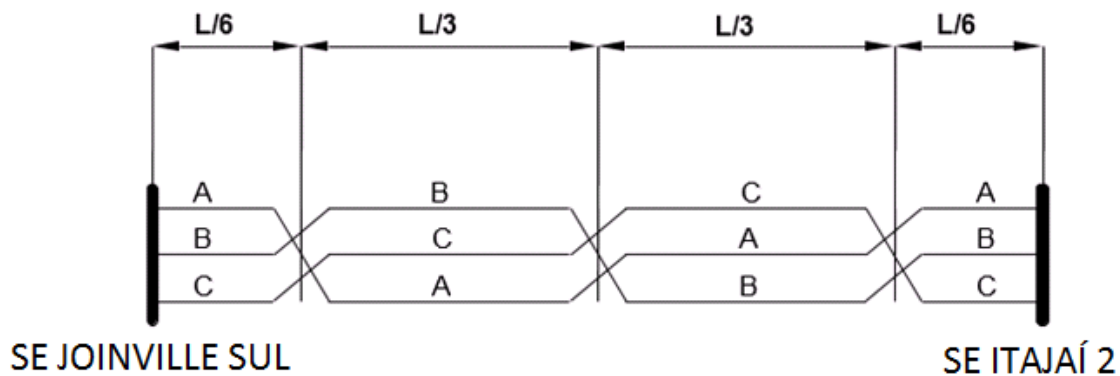
a) Esquema de transposição da LT 525 kV Areia – Joinville Sul



Notas:

- 1) “L” representa o comprimento de cada trecho da LT. Representação sem escala.
- 2) A nomenclatura mostrada para as fases é meramente indicativa. A ordem do faseamento será definida no projeto executivo das instalações

b) Esquema de transposição da LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2

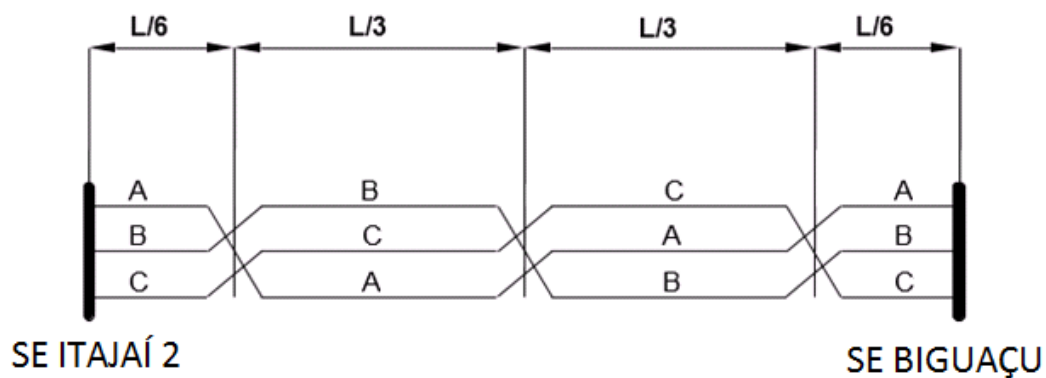


Notas:

- 1) “L” representa o comprimento de cada trecho da LT. Representação sem escala.
- 2) A nomenclatura mostrada para as fases é meramente indicativa. A ordem do faseamento será definida no projeto executivo das instalações

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 82 de 83 |

c) Esquema de transposição da LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu





Notas:

- 1) “L” representa o comprimento de cada trecho das LTs. Representação sem escala.
- 2) A nomenclatura mostrada para as fases é meramente indicativa. A ordem do faseamento será definida no projeto executivo das instalações

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B |
| CONDUTOR E PARA-RAIOS | Rev. 0 |
| | Folha 83 de 83 |



| Rev. | Data | Descrição | Elab. | Verif. | Aprov. |
|------|----------|-----------------|-------|--------|--------|
| 0 | 26/06/19 | Emissão Inicial | VRA | KCAR | RJC |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------------------------|-------------------|------------|-------------|----------|----------|------------|----------|-------------|------------|----------|---------|--------------------|--|---|--------------|----------|--------------------------|--|--|--|---------------|-------------------|
| <p>EKTT 11 Serviços de Transmissão de Energia Elétrica SPE S.A.</p>  | <p>Nome da Obra</p> <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> <p>Título do Documento:</p> <p>PROJETO BÁSICO – LOTE 1 - LEILÃO ANEEL nº 04/2018 LINHAS DE TRANSMISSÃO</p> <p>SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA VIBRAÇÕES EÓLICAS</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"><tr><td>Elaborado</td><td>VRA</td><td>26/06/19</td></tr><tr><td>Verificado</td><td>KCAR</td><td>26/06/19</td></tr><tr><td>Aprovado</td><td>RJC</td><td>26/06/19</td></tr><tr><td>Responsável</td><td>CFS</td><td>26/06/19</td></tr><tr><td>CREA Nº</td><td>200011958-9</td><td></td></tr></table> | Elaborado | VRA | 26/06/19 | Verificado | KCAR | 26/06/19 | Aprovado | RJC | 26/06/19 | Responsável | CFS | 26/06/19 | CREA Nº | 200011958-9 | | <table border="1"><tr><td>Classe.Proj.</td><td>Elétrica</td><td colspan="2">Situação. Projeto Básico</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Rev. 0</td><td>Folha 1/15</td></tr></table> | Classe.Proj. | Elétrica | Situação. Projeto Básico | | | | Rev. 0 | Folha 1/15 |
| Elaborado | VRA | 26/06/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verificado | KCAR | 26/06/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aprovado | RJC | 26/06/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Responsável | CFS | 26/06/19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CREA Nº | 200011958-9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Classe.Proj. | Elétrica | Situação. Projeto Básico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Rev. 0 | Folha 1/15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Nº Documento: LT-L-GERAL-RP-A4-1015-B | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|---|---|----|
| 1 | OBJETIVO | 3 |
| 2 | TIPOS DE FENÔMENOS VIBRATÓRIOS | 3 |
| 3 | VIBRAÇÃO EÓLICA..... | 4 |
| 4 | OSCILAÇÃO INDUZIDA NO FEIXE | 11 |
| 5 | ESPECIFICAÇÃO DO SISTEMA DE AMORTECIMENTO | 13 |
| 6 | REFERÊNCIAS..... | 13 |
| 7 | FIGURAS..... | 15 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1015-B |
| SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA VIBRAÇÕES EÓLICAS | Rev. 0 Folha 2 de 15 |

1 OBJETIVO

Definir o sistema de proteção a ser utilizado nas LTs 525 kV integrantes do Lote 01 do Edital de Leilão nº04/2018 da ANEEL visando proteger os condutores e cabos para-raios contra os efeitos nocivos da vibração produzida por ventos uniformes de baixa intensidade. As linhas de transmissão 525 kV integrantes do Lote 01 são:

- a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul (CS) com 281,0 km⁽¹⁾;
- b) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 (CS) com 75,8 km⁽²⁾;
- c) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu (CS) com 72,2 km⁽²⁾;

(1) A linha de transmissão LT 525 kV Areia – Joinville Sul será construída com trecho em torres de circuito duplo, por 4 km, a partir da subestação Joinville Sul, com lançamento de apenas um circuito. O segundo circuito desse trecho, em circuito duplo, será implantado futuramente.

(2) As linhas de transmissão LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 e LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu serão construídas com trechos em torres de circuito duplo, cada uma, por 4 km, a partir da subestação Itajaí 2, com lançamento de apenas um circuito cada. Os segundos circuitos desses trechos, em circuito duplo, serão implantados futuramente.

2 TIPOS DE FENÔMENOS VIBRATÓRIOS

A ação de ventos com velocidade uniforme sobre condutores e para-raios pode dar origem a três fenômenos vibratórios distintos, todos capazes de produzir movimentos cíclicos dos cabos.

As tensões de flexão decorrentes desses movimentos podem conduzir a falhas mecânicas nos cabos e nas ferragens que os suportam.

Os três fenômenos vibratórios são normalmente identificados como:

- a) Vibração eólica;
- b) Oscilação induzida em cabos dispostos em feixe;
- c) Galope.

Galope é um fenômeno produzido por ventos uniformes atuando sobre cabos revestidos por formações assimétricas de gelo. Por ser típico de países de clima frio o galope de cabos é praticamente desconhecido no Brasil, não sendo, portanto, tratado neste relatório.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1015-B |
| SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA VIBRAÇÕES EÓLICAS | Rev. 0 |
| | Folha 3 de 15 |

Os dois outros fenômenos vibratórios, ambos capazes de afetar as LTs em estudo, apresentam as seguintes características:

| Característica | Vibração Eólica | Oscilação Induzida no Feixe |
|-------------------------------------|---|---|
| LTs afetadas | Todas | Utilizando condutores em feixe |
| Faixa de frequência | 3 a 150 Hz | 0,15 a 10 Hz |
| Amplitude da vibração (pico a pico) | 0,01D a D (D – diâmetro do cabo) | 0,5D a 20D (no sub-vão) (D – diâmetro do cabo) |
| Velocidade do vento | 1 a 7 m/s | 4 a 18 m/s |
| Componentes afetados | mais fios dos cabos | espaçadores-amortecedores, ferragens de suspensão, fios dos cabos |
| Causa das falhas mecânicas | fadiga do material dos fios devido à flexão cíclica | contato entre subcondutores do feixe, envelhecimento acelerado das ferragens de suspensão e dos espaçadores-amortecedores |

Nos itens seguintes são examinados os dois fenômenos vibratórios que podem afetar as LTs em estudo e os sistemas de amortecimento previstos visando garantir a integridade mecânica dos cabos e ferragens durante a vida útil das instalações.

3 VIBRAÇÃO EÓLICA

3.1 ANÁLISE DO FENÔMENO

Cabos trançados, como os utilizados normalmente em uma linha de transmissão, podem ser comparados a um cilindro submetido a ventos horizontais. Esses ventos, se atuarem com grandeza e direção uniformes, irão submeter os cabos a forças verticais alternadas com a seguinte frequência [1] [2]:

$$f = S \frac{V}{D} \quad (1)$$

Onde:

f frequência da oscilação, em Hz

V componente da velocidade do vento perpendicular ao cabo, em m/s

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1015-B |
| SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA VIBRAÇÕES EÓLICAS | Rev. 0 |
| | Folha 4 de 15 |

D diâmetro do cabo, em m

S número de Strouhal, adimensional (para cabos trançados, $S = 0,185$)

A frequência de ressonância de um cabo instalado em um vão de uma LT é dada pela equação:

$$f_r = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{H}{m}} \quad (2)$$

Onde:

f_r frequência de ressonância do cabo, em Hz

H tração no cabo, em N

L comprimento do vão, em m

m massa unitária do cabo, em kg/m

n número inteiro (1, 2, 3....) indicativo da ordem do harmônico

O comprimento da onda (λ), em metros, é dado pela expressão:

$$\lambda = \frac{2L}{n} \quad (3)$$

Combinando (2) e (3), obtém-se:

$$\lambda \cdot f_r = \sqrt{\frac{H}{m}} \quad (4)$$

Se, em um determinado vão, a frequência da força oscilatória produzida pelo vento (equação "1") for aproximadamente igual a uma das frequências de ressonância do cabo (equação "2"), este começará a vibrar em um plano vertical.

Quando o cabo começar a vibrar a amplitude da vibração tenderá a crescer até que a potência introduzida pelo vento seja equilibrada pela potência dissipada pelo próprio cabo (auto-amortecimento) e pelas extremidades do vão.

Ao atingir esse ponto a energia contida no vão entra em equilíbrio e o cabo passa a estar submetido a uma vibração estacionária com a amplitude que lhe corresponder.

A vibração devida ao vento provoca um movimento alternado de flexão do cabo que é transmitido aos fios trançados que o compõem e agravado pelo atrito entre esses fios.

Essa flexão cíclica introduz tensões dinâmicas e deformações nos fios resultando em um desgaste progressivo dos mesmos.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1015-B |
| SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA VIBRAÇÕES EÓLICAS | Rev. 0 |
| | Folha 5 de 15 |

Esse desgaste, dependendo das restrições impostas aos movimentos do cabo, da amplitude da vibração e do tipo do material utilizado, pode levar à ruptura de alguns desses fios e comprometer seriamente a resistência mecânica do cabo.

As maiores deformações específicas (deformação linear por unidade de comprimento) e, por via de consequência, as rupturas de fios, ocorrem nos pontos de fixação dos cabos, junto aos grampos.

Em cabos CAA as rupturas ocorrem, em geral, nos fios de alumínio, por terem resistência a fadiga inferior aos fios de aço. Em cabos com duas ou mais camadas de fios de alumínio os fios das camadas internas costumam ser os primeiros a serem afetados.

3.2 AMPLITUDE DE FLEXÃO TOLERÁVEL

A inclinação inicial “ λ ”, expressa em radianos, de um ciclo de vibração senoidal com comprimento de onda “ λ ” e amplitude “ Y ”, pico a pico, é dada pela expressão:

$$\theta = \frac{\pi Y}{\lambda} \quad (5)$$

A deformação específica dinâmica [3] associada à amplitude “ Y ”, pico a pico, no ponto em que o cabo sai de seu grampo de fixação, é dada, de forma aproximada, pela expressão:

$$\varepsilon = \theta d \sqrt{\frac{H}{EI}} \quad (6)$$

Onde:

- ε deformação específica dinâmica máxima, pico a pico
- θ inclinação inicial do ciclo de vibração, em radianos
- d diâmetro do fio da coroa externa do cabo, em mm
- H tração no cabo, em N
- EI rigidez do cabo, em N.mm²

Combinando as fórmulas (4), (5) e (6) obtém-se as seguintes expressões relacionando a amplitude de vibração, pico a pico, à deformação específica dinâmica, pico a pico:

$$\varepsilon = \frac{\pi Y d}{\lambda} \sqrt{\frac{H}{EI}} \quad (7)$$

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1015-B |
| SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA VIBRAÇÕES EÓLICAS | Rev. 0 |
| | Folha 6 de 15 |

$$\varepsilon = \pi Y_f d \sqrt{\frac{m}{EI}} \quad (8)$$

A fórmula (8) pode ser apresentada no formato:

$$Y_f = \frac{\varepsilon}{\pi d} \sqrt{\frac{EI}{m}} \quad (9)$$

O método mais utilizado para medir (Y) é aquele padronizado pelo IEEE [3], consistindo em efetuar a medição a 89 mm do ponto em que o cabo sai de seu elemento de fixação.

O valor dessa amplitude que um cabo é capaz de suportar com segurança ao longo de sua vida útil é usualmente identificado como “Amplitude de Flexão Tolerável” (Y_o) e depende apenas das características físicas e geométricas do cabo e da tração a que o mesmo está submetido.

3.3 CRITÉRIO DE PROTEÇÃO

A partir da formulação apresentada nos itens anteriores a proteção de uma LT contra os efeitos nocivos da vibração eólica consistiria em:

- determinar os valores das amplitudes de vibração (Y) para o cabo em estudo, quando submetido aos ventos que poderão ocorrer na região atravessada pela LT;
- comparar as amplitudes calculadas com o valor Y_o ;
- sempre que $Y > Y_o$ prever a instalação de dispositivos apropriados sobre o cabo visando dissipar parte da energia introduzida pelo vento e reduzir a amplitude de vibração a valores tais que $Y \leq Y_o$.

A formulação teórica desenvolvida nos itens anteriores e resumida no critério delineado acima pode ser aceita como uma representação do fenômeno da vibração produzida pelo vento. Seu uso é perfeitamente possível em ensaios de projeto para verificação da eficiência de diferentes dispositivos de amortecimento, na análise de medições das vibrações em cabos instalados no campo ou em outros ensaios de laboratório relacionados ao fenômeno da vibração eólica.

Contudo, sua aplicação no projeto básico de uma linha de transmissão específica não é factível tendo em vista o grande número de variáveis envolvidas e as poucas informações disponíveis sobre algumas delas, como, por exemplo, as características de auto-amortecimento dos cabos ou as distribuições estatísticas de ventos de baixa intensidade.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1015-B |
| SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA VIBRAÇÕES EÓLICAS | Rev. 0 |
| | Folha 7 de 15 |

O procedimento usual de projeto consiste, portanto, em apoiar-se em resultados publicados sobre o desempenho de linhas existentes e aplicar as recomendações extraídas do comportamento dessa LT ao projeto em estudo.

No caso presente estão sendo adotadas as recomendações do Grupo de Trabalho CIGRE 22.11 publicadas na revista ELECTRA [4].

Como critério de avaliação da necessidade de proteção contra vibração eólica a referência citada utiliza parâmetros que levam em conta a tração atuando no cabo, sua massa unitária, a extensão do vão e o efeito da rugosidade do terreno atravessado sobre a turbulência do vento.

São indicados a seguir os dois parâmetros utilizados referentes ao cabo e à extensão do vão:

$$\frac{LD}{m} \quad (\text{em m}^3/\text{kg}) \quad \text{e} \quad \frac{H}{p} \quad (\text{em m})$$

Onde:

- L comprimento do vão, em m
D diâmetro do cabo, em m
m massa unitária do cabo, em kg/m
H tração horizontal no cabo, inicial, temperatura mínima média, em kgf
p peso unitário do cabo, em kgf/m

Os dois parâmetros acima são associados a quatro tipos de terreno com as seguintes características:

| Tipo | Características do Terreno |
|-------------|--|
| 1 | aberto, plano, sem obstruções, tal como desertos planos e grandes superfícies de água; |
| 2 | aberto, plano, sem obstruções, tal como áreas agriculturáveis ou pastos sem obstruções; |
| 3 | aberto, plano ou ondulado, com poucas obstruções, tal como áreas agriculturáveis ou pastos com poucas árvores ou outros obstáculos esparsos; |
| 4 | presença de construções e árvores, tal como subúrbios residenciais, pequenas cidades, áreas com matas. |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1015-B |
| SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA VIBRAÇÕES EÓLICAS | Rev. 0 |
| | Folha 8 de 15 |

A análise das considerações teóricas sobre o fenômeno vibratório combinada com a experiência de campo acumulada ao longo das últimas décadas levaram o referido grupo de trabalho [4] a propor o gráfico apresentado na Figura 1, composto basicamente, por três áreas:

- área situada à esquerda das retas verticais aplicáveis a cada tipo de terreno, para a qual não é necessário o uso de amortecedores;
- área interna, à direita das retas verticais, abaixo da linha horizontal e à esquerda das curvas aplicáveis a cada tipo de terreno na qual os cabos podem ser seguramente protegidos pelo simples uso de amortecedores nas extremidades dos vãos;
- área situada acima do limite horizontal do gráfico e à direita das curvas aplicáveis a cada tipo de terreno, na qual os cabos necessitam de proteções reforçadas, ou seja, maior número de amortecedores nas extremidades dos vãos e uso de armaduras pré-formadas ou grampos de suspensão tipo AGS (armor grip suspension).

Os efeitos da vibração eólica são examinados a seguir para todos os cabos a serem utilizados nas LTs [5]. São indicadas abaixo as características físicas desses cabos:

| | CAL (1120) 1010 kcmil^(*) | CAA DOTTEREL | 3/8"EAR | OPGW1 | OPGW2 |
|-----------|--|-------------------------------|----------------|--------------|--------------|
| D (m) | 0,02934 | 0,01542 | 0,00914 | 0,0144 | 0,0134 |
| m (kg/m) | 1,405 | 0,657 | 0,407 | 0,700 | 0,682 |
| p (kgf/m) | 1,405 | 0,657 | 0,407 | 0,700 | 0,682 |

^(*) Cabo de alumínio liga 1120

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1015-B |
| SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA VIBRAÇÕES EÓLICAS | Rev. 0 |
| | Folha 9 de 15 |

A seguir, os valores dos parâmetros (LD/m) e (H/p) para vãos de 300 a 900m para as LTs 525 kV Areia – Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu:

| CAL 1010 KCMIL | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 |
|---------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| H (kgf) | 2692 | 2503 | 2410 | 2359 | 2328 | 2308 | 2294 |
| LD/m (m ³ /kg) | 6.26 | 8.35 | 10.44 | 12.53 | 14.62 | 16.71 | 18.79 |
| H/p (m) | 1916 | 1781 | 1715 | 1679 | 1657 | 1643 | 1633 |
| CAA Dotterel | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 |
| H (kgf) | 1378 | 1293 | 1249 | 1224 | 1209 | 1199 | 1192 |
| LD/m (m ³ /kg) | 7.04 | 9.39 | 11.74 | 14.08 | 16.43 | 18.78 | 21.12 |
| H/p (m) | 2097 | 1968 | 1901 | 1863 | 1840 | 1825 | 1814 |
| OPGW1 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 |
| H (kgf) | 1538 | 1417 | 1355 | 1321 | 1300 | 1286 | 1277 |
| LD/m (m ³ /kg) | 6.17 | 8.23 | 10.29 | 12.34 | 14.40 | 16.46 | 18.51 |
| H/p (m) | 2196 | 2024 | 1936 | 1887 | 1857 | 1838 | 1824 |
| OPGW2 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 |
| H (kgf) | 1331 | 1286 | 1261 | 1247 | 1237 | 1231 | 1227 |
| LD/m (m ³ /kg) | 5.74 | 7.66 | 9.57 | 11.49 | 13.40 | 15.31 | 17.23 |
| H/p (m) | 1901 | 1837 | 1801 | 1781 | 1767 | 1759 | 1753 |
| 3/8" EAR | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 |
| H (kgf) | 799 | 769 | 753 | 744 | 738 | 735 | 732 |
| LD/m (m ³ /kg) | 6.74 | 8.99 | 11.23 | 13.48 | 15.73 | 17.97 | 20.22 |
| H/p (m) | 1963 | 1889 | 1850 | 1828 | 1813 | 1806 | 1799 |

(1) A Figura 1 se aplica a cabos de alumínio (todos os tipos) ou alumínio-aço. Os valores obtidos para cabos de aço devem ser considerados como conservativos.

Plotando os valores acima utilizando os mesmos eixos da Figura 1 obtém-se as curvas mostradas na Figura, a qual inclui também a curva limite correspondente ao terreno tipo 3 (aberto, plano, com poucas obstruções). A análise da Figura 2 permite concluir:

- Cabo condutor CAL 1120 - 1010 kcmil – Vãos até 700 m caem na área em que o uso de amortecedores nas extremidades dos vãos é proteção suficiente para as LTs.
- Cabo para-raios CAA DOTTEREL e 3/8" EAR – Vãos até 600 m caem na área em que o uso de amortecedores nas extremidades dos vãos é proteção suficiente para as LTs.
- Cabos OPGW1 e OPGW2 – Vãos até 700 m caem na área em que o uso de amortecedores nas extremidades dos vãos é proteção suficiente para as LTs.

Quando utilizados em vãos superiores ao limite indicado no item anterior, os cabos devem receber proteção reforçada, a qual pode ser obtida pelo uso de uma quantidade maior de amortecedores em ambas as extremidades dos vãos.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1015-B |
| SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA VIBRAÇÕES EÓLICAS | Rev. 0 |
| | Folha 10 de 15 |

Adicionalmente os cabos para-raios CAA DOTTEREL e 3/8" EAR deverão ser protegidos por armaduras pré-formadas.

Travessias de grandes rios e outros vãos longos que, pelas características do terreno atravessado, possam favorecer a ação de ventos uniformes com baixo nível de turbulência, devem receber sistema de amortecimento reforçado, conforme orientação do projetista das LTs.

No decorrer do projeto executivo, após serem determinadas por ensaios de tipo [6] as características de amortecimento dos materiais efetivamente comprados, a quantidade de amortecedores por vão deverá ser reavaliada e aumentada, caso necessário, visando reduzir as amplitudes de vibração a níveis suficientemente baixos para garantir a integridade dos cabos ao longo de toda a vida útil das LTs.

Para os cabos OPGW, o critério para uso de amortecedores será definido utilizando a mesma metodologia indicada nos itens anteriores, levando em conta as características específicas dos cabos que vierem a ser efetivamente comprados.

4 OSCILAÇÃO INDUZIDA NO FEIXE

4.1 ANÁLISE DO FENÔMENO

Do ponto de vista teórico aplicam-se aos cabos dispostos em feixe às mesmas considerações constantes do item 3 anterior.

Por outro lado, dois novos fatores influenciam o comportamento do feixe:

- a) os cabos a sotavento são recobertos pelos cabos a barlavento;
- b) os cabos a sotavento ficam situados na zona de turbulência provocada pela passagem do vento sobre os cabos a barlavento.

| | |
|---|--------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1015-B |
| SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA VIBRAÇÕES EÓLICAS | Rev. 0 Folha 11 de 15 |

Esse posicionamento relativo dos cabos no feixe provoca um movimento oscilatório cujas características dependem dos seguintes fatores:

- a) número e configuração dos cabos no feixe;
- b) separação entre os cabos situados a barlavento e a sotavento;
- c) ângulo de ataque do vento em relação ao feixe;
- d) tipo e posicionamento dos dispositivos usados para manter os cabos em suas posições relativas.

A separação entre os cabos é normalmente referida à seguinte relação:

$$K = \frac{A}{D} \quad \text{onde:}$$

A espaçamento entre cabos, em mm

D diâmetro do cabo, em mm

À medida que K aumenta os cabos tendem a se tornar imunes às oscilações induzidas no feixe. Observações de campo indicam que o conjunto torna-se estável a partir dos seguintes valores:

Feixes de 2 e 3 cabos $K > 18$

Feixe de 4 cabos $K > 20$

Estando K situado abaixo dos limites indicados no item anterior torna-se necessário proteger o feixe contra esse tipo de vibração.

As fases das LTs em estudo têm a seguinte configuração geométrica [7]:

$A \approx 457$ mm; $d = 29,34$ mm; $K \approx 16$

A configuração geométrica selecionada indica que os condutores das LTs necessitam de proteção contra oscilações induzidas no feixe, assim como efeitos nocivos de vibração eólica.

Visando garantir o correto posicionamento dos subcondutores dos feixes ao longo dos vãos, está sendo prevista a utilização de espaçadores-amortecedores instalados nos feixes de condutores ao longo de todos os vãos, espaçados em intervalos variáveis.

Os intervalos entre os espaçadores ao longo das LTs deverão ser definidos pelo fabricante que vier a ser selecionado em função das características de amortecimento do produto ofertado.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1015-B |
| SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA VIBRAÇÕES EÓLICAS | Rev. 0 |
| | Folha 12 de 15 |

5 ESPECIFICAÇÃO DO SISTEMA DE AMORTECIMENTO

5.1 PROJETO

Tanto os amortecedores instalados nos cabos para-raios, como os espaçadores – flexíveis utilizados nos condutores constituem-se em componentes extremamente importantes, tendo em vista que a integridade dos cabos e, por sua via de consequência das próprias LTs, dependem do desempenho desses dispositivos.

As especificações técnicas de compra desses materiais [6], além dos aspectos genéricos aplicáveis a todos os tipos de ferragens (proteção contra corrosão, resistência mecânica, características da matéria prima etc.), devem conter requisitos voltados especificamente para garantir que os sistemas de amortecimento propostos pelos fornecedores permanecerão eficazes ao longo da vida útil das LTs e do consequente envelhecimento dos cabos, suportando elevadas variações de temperatura, condições atmosféricas adversas e os efeitos decorrentes dos próprios fenômenos vibratórios.

5.2 GARANTIA DE DESEMPENHO

Adicionalmente, as especificações técnicas desses materiais devem incluir ensaios a serem realizados em protótipos dos amortecedores e dos espaçadores-flexíveis que demonstrem sua capacidade de amortecimento e sua resistência à fadiga [6].

Os ensaios dos amortecedores deverão ser realizados de acordo com as recomendações da norma IEC 61897.

Os ensaios dos espaçadores deverão ser realizados de acordo com as recomendações da norma IEC 61854.

6 REFERÊNCIAS

- 1 Transmission line reference book – wind-induced conductor motion (EPRI).
- 2 Vibration of conductors in overhead transmission lines – O. D. Zetterholm.
- 3 IEEE 31 TP 65-156 - Standardization of conductor vibration measurements.
- 4 ELECTRA N° 198, outubro, 2001 – Safe design tension with respect to aeolian vibrations. Part 2: damped single conductors.

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1015-B |
| SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA VIBRAÇÕES EÓLICAS | Rev. 0 |
| | Folha 13 de 15 |

- 5 Projeto Básico, ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B.
- 6 Projeto Básico, ISOLADORES E FERRAGENS, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B.
- 7 Projeto Básico, CONDUTOR E PARA-RAIOS, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1015-B |
| SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA VIBRAÇÕES EÓLICAS | Rev. 0 |
| | Folha 14 de 15 |

7 FIGURAS

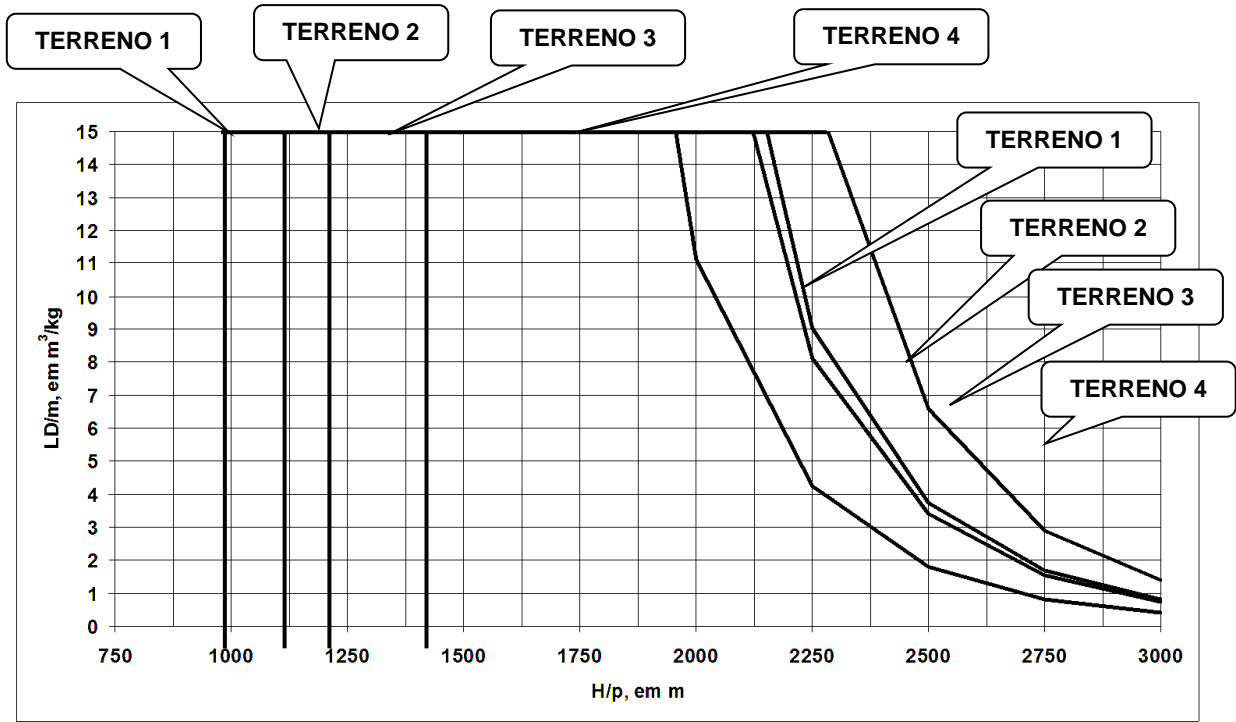


Figura 1 – Gráfico Geral para Avaliação da Necessidade de Amortecedores

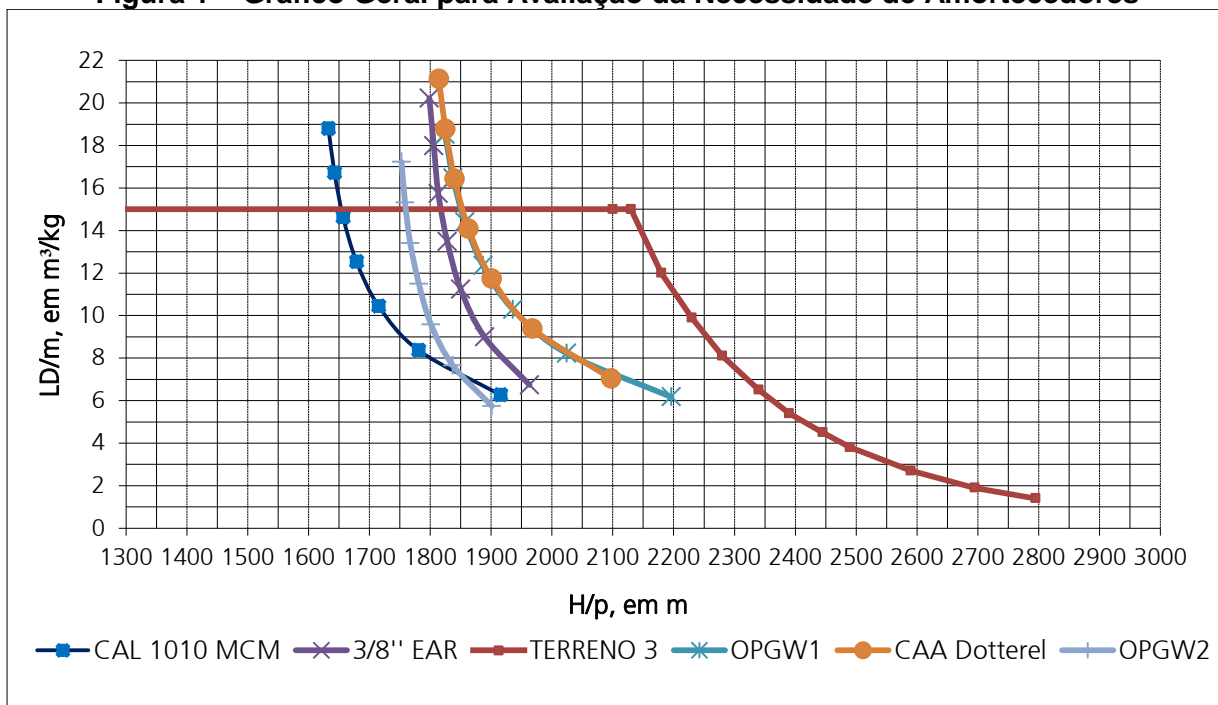




Figura 2 – Gráfico Específico para os Condutores e Cabos Para-raios

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1015-B |
| SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA VIBRAÇÕES EÓLICAS | Rev. 0 |
| | Folha 15 de 15 |

| | | | | | |
|-------------|-------------|------------------------|--------------|---------------|---------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 0 | 26/06/19 | Emissão Inicial | VRA | KCAR | RJC |
| <i>Rev.</i> | <i>Data</i> | <i>Descrição</i> | <i>Elab.</i> | <i>Verif.</i> | <i>Aprov.</i> |

| | | | | | |
|---|--|--|--|---|--|
| <p>EKTT 11 Serviços de Transmissão de Energia Elétrica SPE S.A.</p>  | | <p><i>Nome da Obra</i></p> <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> <p><i>Título do Documento:</i></p> <p>PROJETO BÁSICO – LOTE 1 - LEILÃO ANEEL nº 04/2018 LINHAS DE TRANSMISSÃO</p> <p>COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO</p> | | | |
|  | | <p><i>Classe.Proj.</i> Elétrica</p> | | <p><i>Situação. Projeto Básico</i></p> | |
| <p><i>Elaborado</i> VRA 26/06/19</p> <p><i>Verificado</i> KCAR 26/06/19</p> <p><i>Aprovado</i> RJC 26/06/19</p> <p><i>Responsável</i> CFS 26/06/19</p> <p><i>CREA Nº</i> 200011958-9</p> | | <p><i>Rev.</i> 0 <i>Folha</i> 1/143</p> | | <p><i>Nº Documento:</i> LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B</p> | |

| | | |
|----|--|-----|
| 1 | OBJETIVO | 3 |
| 2 | ISOLADORES..... | 4 |
| 3 | ISOLAMENTO PARA TENSÃO OPERATIVA..... | 6 |
| 4 | ISOLAMENTO PARA SOBRETENSÕES DE MANOBRA | 13 |
| 5 | ISOLAMENTO PARA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS | 24 |
| 6 | ISOLAMENTO PARA MANUTENÇÃO EM LINHA VIVA..... | 28 |
| 7 | DESLOCAMENTO ADMITIDO PARA A CADEIA DE ISOLADORES EM REPOUSO | 29 |
| 8 | CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA DE SUSPENSÃO PREDOMINANTE..... | 33 |
| 9 | CONFIGURAÇÃO GEOMÉTRICA..... | 35 |
| 10 | REFERÊNCIAS..... | 38 |
| 11 | ANEXOS | 40 |
| | ANEXO 1 – RISCOS DE FALHA POR SURTOS DE MANOBRA | 41 |
| | ANEXO 2 – RISCOS DE FALHA FASE-FASE | 51 |
| | ANEXO 3 – RELATÓRIO DE SAÍDA – PROGRAMA FLASH | 55 |
| | ANEXO 4 – ESPAÇAMENTOS MÍNIMOS PARA MANUTENÇÃO EM LINHA VIVA | 83 |
| | ANEXO 5 – CONFIGURAÇÃO DO TOPO DAS ESTRUTURAS DE SUSPENSÃO..... | 85 |
| | ANEXO 6 – RELATÓRIO DE SAÍDA – PROGRAMA ATP | 107 |

| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 2 de 143 |

1 OBJETIVO

Este relatório tem como objetivo definir os parâmetros básicos para o dimensionamento do isolamento das LTs 525 kV integrantes do Lote 01 do Edital de Leilão nº04/2018 da ANEEL. As linhas de transmissão 525 kV integrantes do Lote 01 são:

- a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul (CS) com 281,0 km⁽¹⁾;
- b) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 (CS) com 75,8 km⁽²⁾;
- c) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu (CS) com 72,2 km⁽²⁾;

(1) A linha de transmissão LT 525 kV Areia – Joinville Sul será construída com trecho em torres de circuito duplo, por 4 km, a partir da subestação Joinville Sul, com lançamento de apenas um circuito. O segundo circuito desse trecho, em circuito duplo, será implantado futuramente.

(2) As linhas de transmissão LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 e LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu serão construídas com trechos em torres de circuito duplo, cada uma, por 4 km, a partir da subestação Itajaí 2, com lançamento de apenas um circuito cada. Os segundos circuitos desses trechos, em circuito duplo, serão implantados futuramente.

Os seguintes parâmetros são aqui quantificados partindo-se das solicitações elétricas previstas, da climatologia da região atravessada, das características geológicas do solo e do desempenho desejado para o isolamento das LTs, são definidos os seguintes parâmetros:

- a) Quantidade e tipo dos isoladores a serem utilizados.
- b) Espaçamentos mínimos fase-terra e fase-fase.
- c) Ângulos de balanço associados aos espaçamentos fase-terra.
- d) Riscos de falha fase-terra e fase-fase.
- e) Desempenho das LTs relativo a descargas atmosféricas.

Em função dos parâmetros selecionados é então definida a configuração do topo da estrutura predominante e são calculadas as constantes elétricas das LTs.

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 3 de 143 |

2 ISOLADORES

2.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS E QUANTIDADE MÍNIMA POR CADEIA

A distância de escoamento específica das cadeias deve atender os requisitos do Edital, ou seja:

- deve ser definida com base na publicação IEC TS60815 (1) e no nível de poluição da região atravessada pela LT;
- deve ser ≥ 14 mm/kV fase-fase, valor eficaz.

O valor mínimo indicado no item (b) acima remete o dimensionamento ao nível de poluição “leve” (nível “a”) da Tabela II da publicação IEC TS60815 (1), para o qual é recomendada uma distância de escoamento específica de 16 mm/kV fase-fase, podendo ser aceitos valores menores, limitados a 12 mm/kV.

Nos cálculos seguintes é adotada a distância de escoamento específica de 14 mm/kV fase-fase, que atende o Edital, enquadra-se no nível “b” da publicação IEC TS60815 e está de acordo com a prática usual para linhas de transmissão em 525 kV situadas em regiões com nível de poluição leve, como é o caso em estudo.

Para as cadeias de suspensão, passagem e ancoragem dos condutores está sendo considerada a utilização de isoladores com as seguintes características (10):

| Característica | Isolador | | |
|-------------------------|-----------------|--------------|--------------|
| Carga de ruptura | 120 kN | 210 kN | 240 kN |
| Engate concha-bola | ANSI C29-2/52-5 | IEC 60120-20 | IEC 60120-24 |
| Diâmetro do disco | 254 mm | 280 mm | 280 mm |
| Passo | 146 mm | 170 mm | 170 mm |
| Distância de escoamento | 320 mm | 380 mm | 380 mm |

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 4 de 143 |

A quantidade mínima de isoladores por cadeia é calculada a seguir com base no critério e nas características indicadas na tabela acima.

$$N = \frac{V_{\text{máx}} \cdot D_e}{D_i}$$

Onde:

| | | |
|--------------------|----------|---|
| N | | número mínimo de isoladores da cadeia |
| $V_{\text{máx}}$ | 550 kV | tensão máxima de operação, fase-fase |
| D_e | 14 mm/kV | distância de escoamento específica fase-fase |
| D_i 120 kN | 320 mm | distância de escoamento isolador de 120 kN |
| D_i 210 e 240 kN | 380 mm | distância de escoamento, isolador de 210 e 240 kN |

Resultando:

Para isoladores 120 kN:
$$N = \frac{550 \times 14}{320} = 24,06$$

Para isoladores 210 kN e 240 kN:
$$N = \frac{550 \times 14}{380} = 20,26$$

As quantidades mínimas acima definidas foram majoradas de forma a garantir desempenho adequado do isolamento das LTs frente a surtos de manobra e descargas atmosféricas. Foi acrescentado um isolador na cadeia de ancoragem para compensar a redução do uso de anéis anticorona.

A distância fase-terra para a condição de repouso e verificação a surtos atmosféricos (item 5.1) adotada é $22 \times 0,17 = 3,74$ m.

2.2 CONFIGURAÇÃO FINAL DAS CADEIAS

A configuração final adotada para as cadeias é indicada a seguir.

| | |
|--|-----------------------------------|
| $N_{\text{PASS}} = 26$ isoladores de 120 kN | (cadeias de passagem em I) |
| $N_{\text{PASS}} = 2 \times 26$ isoladores de 120 kN | (cadeias de passagem em V) |
| $N_{\text{SUSP}} = 22$ isoladores de 210 kN | (cadeia de suspensão em I leve) |
| $N_{\text{SUSP}} = 2 \times 22$ isoladores de 210 kN | (cadeia de suspensão em V leve) |
| $N_{\text{SUSP}} = 22$ isoladores de 240 kN | (cadeia de suspensão em I pesada) |
| $N_{\text{SUSP}} = 2 \times 22$ isoladores de 240 kN | (cadeia de suspensão em V pesada) |
| $N_{\text{ANCO}} = 2 \times 23$ isoladores de 240 kN | (cadeia dupla de ancoragem) |

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 5 de 143 |

3 ISOLAMENTO PARA TENSÃO OPERATIVA

3.1 ÂNGULO DE BALANÇO DAS CADEIAS

O Edital especifica que o isolamento à tensão máxima operativa deve ser dimensionado considerando o balanço da cadeia de isoladores sob ação de vento com período de retorno de, no mínimo, 30 anos.

Para o cálculo do ângulo de balanço está sendo adotada a metodologia indicada no item 10.1.4.3 da referência (2), incluindo a parcela do balanço da cadeia devido às deflexões das estruturas e, conservadoramente, a velocidade do vento com período de retorno de 50 anos.

Com base no critério indicado no item anterior é definido a seguir o ângulo de balanço das cadeias de suspensão.

$$\operatorname{tg}\beta = k \frac{q_0 \cdot d}{p(V/H)}$$

Onde:

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS

| | | |
|-------|--------------------------|---|
| q_0 | 102,7 kgf/m ² | item 13.2 da referência (3) |
| k | 0,299 | figura 7 da referência (2) para V=42,57 m/s (3) |
| d | 0,02934 | diâmetro do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| p | 1,405 kg/km | peso unitário do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| V/H | 0,7 | relação (vão de peso)/(vão de vento) |

Tendo como resultado:

$$\operatorname{tg} \beta = 0,9161 \rightarrow \beta_{60\text{Hz}} \cong 42,49^\circ$$

Considerando as trações para frequência industrial de 4951 kgf e as deflexões das estruturas, as tabelas a seguir apresentam os valores adotados para os ângulos de balanço das cadeias:

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 6 de 143 |

| Estrutura | Deflexão da Estrutura (11) | Ângulo Balanço Final |
|--|-----------------------------------|----------------------------------|
| Suspensão Estaiada (N5SEL) | 1,0° | $\beta_{60\text{Hz}} = 48^\circ$ |
| Suspensão Autoportante Leve (N5SSL) | 1,0° | $\beta_{60\text{Hz}} = 48^\circ$ |
| Suspensão Autoportante de Transposição (N5SST) | 4,0° ⁽¹⁾ | $\beta_{60\text{Hz}} = 58^\circ$ |
| Suspensão Autoportante Pesada (N5SSP) | 7,0° | $\beta_{60\text{Hz}} = 63^\circ$ |

Nota 1: A estrutura N5SST deve ser locada em alinhamento. O ângulo de 4°, de um só lado da torre decorre do giro das fases.

b) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD

| | | |
|-------|--------------------------|---|
| q_0 | 105,3 kgf/m ² | item 13.2 da referência (3) |
| k | 0,298 | figura 7 da referência (2) para $V=43,10$ m/s (3) |
| d | 0,02934 | diâmetro do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| p | 1,405 kg/km | peso unitário do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| V/H | 0,7 | relação (vão de peso)/(vão de vento) |

Tendo como resultado:

$$\text{tg } \beta = 0,9364 \rightarrow \beta_{60\text{Hz}} \cong 43,11^\circ$$

Considerando as trações para frequência industrial de 4982 kgf e as deflexões das estruturas, as tabelas a seguir apresentam os valores adotados para os ângulos de balanço das cadeias:

| Estrutura | Deflexão da Estrutura (11) | Ângulo Balanço Final |
|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Suspensão Estaiada (N5DEL) | 0,5° | $\beta_{60\text{Hz}} = 45^\circ$ |
| Suspensão Autoportante Leve (N5DSL) | 0,5° | $\beta_{60\text{Hz}} = 45^\circ$ |
| Suspensão Autoportante Pesada (N5DSP) | 4,0° | $\beta_{60\text{Hz}} = 54^\circ$ |

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 7 de 143 |

c) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS

| | | |
|-------|--------------------------|---|
| q_0 | 110,5 kgf/m ² | item 13.2 da referência (3) |
| k | 0,299 | figura 7 da referência (2) para $V=42,57$ m/s (3) |
| d | 0,02934 | diâmetro do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| p | 1,405 kg/km | peso unitário do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| V/H | 0,7 | relação (vão de peso)/(vão de vento) |

Tendo como resultado:

$$\operatorname{tg} \beta = 0,9856 \rightarrow \beta_{60\text{Hz}} \cong 44,59^\circ$$

Considerando as trações para frequência industrial de 5161 kgf e as deflexões das estruturas, as tabelas a seguir apresentam os valores adotados para os ângulos de balanço das cadeias:

| Estrutura | Deflexão da Estrutura (11) | Ângulo Balanço Final |
|--|-----------------------------------|----------------------------------|
| Suspensão Estaiada (N5SEL) | 1,0° | $\beta_{60\text{Hz}} = 50^\circ$ |
| Suspensão Autoportante Leve (N5SSL) | 1,0° | $\beta_{60\text{Hz}} = 50^\circ$ |
| Suspensão Autoportante de Transposição (N5SST) | 4,0° ⁽¹⁾ | $\beta_{60\text{Hz}} = 61^\circ$ |
| Suspensão Autoportante Pesada (N5SSP) | 7,0° | $\beta_{60\text{Hz}} = 66^\circ$ |

Nota 1: A estrutura N5SST deve ser locada em alinhamento. O ângulo de 4°, de um só lado da torre decorre do giro das fases.

d) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CD

| | | |
|-------|--------------------------|---|
| q_0 | 113,2 kgf/m ² | item 13.2 da referência (3) |
| k | 0,298 | figura 7 da referência (2) para $V=43,10$ m/s (3) |
| d | 0,02934 | diâmetro do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| p | 1,405 kg/km | peso unitário do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| V/H | 0,7 | relação (vão de peso)/(vão de vento) |

Tendo como resultado:

$$\operatorname{tg} \beta = 1,0063 \rightarrow \beta_{60\text{Hz}} \cong 45,18^\circ$$

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 8 de 143 |

Considerando as trações para frequência industrial de 5238 kgf e as deflexões das estruturas, as tabelas a seguir apresentam os valores adotados para os ângulos de balanço das cadeias:

| Estrutura | Deflexão da Estrutura (11) | Ângulo Balanço Final |
|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Suspensão Estaiada (N5DEL) | 0,5° | $\beta_{60\text{Hz}} = 47^\circ$ |
| Suspensão Autoportante Leve (N5DSL) | 0,5° | $\beta_{60\text{Hz}} = 47^\circ$ |
| Suspensão Autoportante Pesada (N5DSP) | 4,0° | $\beta_{60\text{Hz}} = 56^\circ$ |

e) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS

| | | |
|-------|--------------------------|---|
| q_0 | 109,5 kgf/m ² | item 13.2 da referência (3) |
| k | 0,299 | figura 7 da referência (2) para $V=42,57$ m/s (3) |
| d | 0,02934 | diâmetro do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| p | 1,405 kg/km | peso unitário do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| V/H | 0,7 | relação (vão de peso)/(vão de vento) |

Tendo como resultado:

$$\text{tg } \beta = 0,9767 \rightarrow \beta_{60\text{Hz}} \cong 44,33^\circ$$

Considerando as trações para frequência industrial de 5134 kgf e as deflexões das estruturas, as tabelas a seguir apresentam os valores adotados para os ângulos de balanço das cadeias:

| Estrutura | Deflexão da Estrutura (11) | Ângulo Balanço Final |
|--|-----------------------------------|----------------------------------|
| Suspensão Estaiada (N5SEL) | 1,0° | $\beta_{60\text{Hz}} = 49^\circ$ |
| Suspensão Autoportante Leve (N5SSL) | 1,0° | $\beta_{60\text{Hz}} = 49^\circ$ |
| Suspensão Autoportante de Transposição (N5SST) | 4,0° ⁽¹⁾ | $\beta_{60\text{Hz}} = 61^\circ$ |
| Suspensão Autoportante Pesada (N5SSP) | 7,0° | $\beta_{60\text{Hz}} = 65^\circ$ |

Nota 1: A estrutura N5SST deve ser locada em alinhamento. O ângulo de 4°, de um só lado da torre decorre do giro das fases.

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 9 de 143 |

f) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CD

| | | |
|-------|--------------------------|---|
| q_0 | 112,3 kgf/m ² | item 13.2 da referência (3) |
| k | 0,298 | figura 7 da referência (2) para $V=43,10$ m/s (3) |
| d | 0,02934 | diâmetro do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| p | 1,405 kg/km | peso unitário do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| V/H | 0,7 | relação (vão de peso)/(vão de vento) |

Tendo como resultado:

$$\operatorname{tg} \beta = 0,9983 \rightarrow \beta_{60\text{Hz}} \cong 44,95^\circ$$

Considerando as trações para frequência industrial de 5207 kgf e as deflexões das estruturas, as tabelas a seguir apresentam os valores adotados para os ângulos de balanço das cadeias:

| Estrutura | Deflexão da Estrutura (11) | Ângulo Balanço Final |
|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Suspensão Estaiada (N5DEL) | 0,5° | $\beta_{60\text{Hz}} = 47^\circ$ |
| Suspensão Autoportante Leve (N5DSL) | 0,5° | $\beta_{60\text{Hz}} = 47^\circ$ |
| Suspensão Autoportante Pesada (N5DSP) | 4,0° | $\beta_{60\text{Hz}} = 56^\circ$ |

3.2 ESPAÇAMENTO FASE - TERRA

A solicitação elétrica máxima fase-terra a 60 Hz, valor de pico, é dada pela expressão:

$$V_s = V_{\text{máx}} \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \quad \text{ou seja para:}$$

$$V_{\text{máx}} = 550 \text{ kV}$$

$$V_s = 449,1 \text{ kV}$$

Usualmente as curvas ou equações aplicáveis aos valores de suportabilidade elétrica dos espaçamentos fase-terra fornecem a tensão com 50% de probabilidade de descarga, referida a condições atmosféricas padronizadas.

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 10 de 143 |

Torna-se necessário, portanto, calcular $V_{50\%}$ a partir de V_s conforme indicado a seguir:

$$V_{50\%} = V_s \cdot \frac{k_1}{k_2} \quad \text{onde:}$$

$V_{50\%}$ tensão fase-terra, valor de pico, a 60 Hz, com 50% de probabilidade de ocorrência de descarga em condições ambientais padronizadas

V_s conforme item acima

k_1 fator de correção para reduzir a probabilidade de ocorrência de descargas a nível compatível com a confiabilidade desejada para as LTs

k_2 fator de correção para as condições atmosféricas da região atravessada pelas LTs
($FCA_{60Hz}^{99\%}$)

Para as linhas de transmissão em estudo está sendo adotado para k_1 valor que situe $V_{50\%}$ três desvios padrão acima de V_s .

Considerando que a distribuição de tensões disruptivas a 60 Hz é normal e que seu desvio padrão é 3%, tem-se:

$$k_1 = \frac{1}{1 - 3 \times 0,03} = 1,10$$

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS e CD

Foi considerado no relatório (3) o valor de $k_2 = 0,84$ para a LT.

Concluindo, tem-se:

$$V_{50\%} = V_s \frac{1,10}{0,84} = 1,309V_s$$

$$V_{50\%} = 588,11 \text{ kV}$$

Valor adotado para a tensão fase-terra, valor de pico, 60 Hz:

$$V_{50\%} = 589 \text{ kV}$$

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 11 de 143 |

Essa tensão corresponde ao seguinte espaçamento fase-terra (5) (6):

Associado a ângulo de balanço das cadeias:

LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS

$$L_{60\text{Hz}} = 1,10 \text{ m} \quad \beta_{60\text{Hz}} = 48^\circ \text{ (N5SEL)}, \beta_{60\text{Hz}} = 48^\circ \text{ (N5SSL)}, \beta_{60\text{Hz}} = 58^\circ \text{ (N5SST)} \text{ e} \\ \beta_{60\text{Hz}} = 63^\circ \text{ (N5SSP)}.$$

LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD

$$\beta_{60\text{Hz}} = 45^\circ \text{ (N5DEL)}, \beta_{60\text{Hz}} = 45^\circ \text{ (N5DSL)} \text{ e } \beta_{60\text{Hz}} = 54^\circ \text{ (N5SSP)}.$$

b) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS e CD

Foi considerado no relatório (3) o valor de $k_2 = 0,97$ para a LT.

Concluindo, tem-se:

$$V_{50\%} = V_S \frac{1,10}{0,97} = 1,134V_S$$

$$V_{50\%} = 509,29 \text{ kV}$$

Valor adotado para a tensão fase-terra, valor de pico, 60 Hz:

$$V_{50\%} = 510 \text{ kV}$$

Essa tensão corresponde ao seguinte espaçamento fase-terra (5) (6):

Associado a ângulo de balanço das cadeias:

LT 525 kV Joinville – Itajaí 2 CS

$$L_{60\text{Hz}} = 1,10 \text{ m} \quad \beta_{60\text{Hz}} = 50^\circ \text{ (N5SEL)}, \beta_{60\text{Hz}} = 50^\circ \text{ (N5SSL)}, \beta_{60\text{Hz}} = 61^\circ \text{ (N5SST)} \text{ e} \\ \beta_{60\text{Hz}} = 66^\circ \text{ (N5SSP)}$$

LT 525 kV Joinville – Itajaí 2 CD

$$\beta_{60\text{Hz}} = 47^\circ \text{ (N5DEL)}, \beta_{60\text{Hz}} = 47^\circ \text{ (N5DSL)} \text{ e } \beta_{60\text{Hz}} = 56^\circ \text{ (N5SSP)}.$$

c) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS e CD

Foi considerado no relatório (3) o valor de $k_2 = 0,88$ para a LT.

Concluindo, tem-se:

$$V_{50\%} = V_S \frac{1,10}{0,88} = 1,250V_S$$

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 12 de 143 |

$$V_{50\%} = 561,38 \text{ kV}$$

Valor adotado para a tensão fase-terra, valor de pico, 60 Hz:

$$V_{50\%} = 562 \text{ kV}$$

Essa tensão corresponde ao seguinte espaçamento fase-terra (5) (6):

Associado a ângulo de balanço das cadeias:

LT 525 kV Itajaí – Biguaçu CS

$$L_{60\text{Hz}} = 1,10 \text{ m} \quad \beta_{60\text{Hz}} = 49^\circ \text{ (N5SEL)}, \beta_{60\text{Hz}} = 49^\circ \text{ (N5SSL)}, \beta_{60\text{Hz}} = 61^\circ \text{ (N5SST)} \text{ e} \\ \beta_{60\text{Hz}} = 65^\circ \text{ (N5SSP)}$$

LT 525 kV Itajaí – Biguaçu CD

$$\beta_{60\text{Hz}} = 47^\circ \text{ (N5DEL)}, \beta_{60\text{Hz}} = 47^\circ \text{ (N5DSL)} \text{ e } \beta_{60\text{Hz}} = 56^\circ \text{ (N5SSP)}.$$

4 ISOLAMENTO PARA SOBRETENSÕES DE MANOBRA

4.1 ÂNGULO DE BALANÇO DAS CADEIAS

Para cálculo do ângulo de balanço está sendo adotada a mesma metodologia apresentada no item 3.1 anterior, associada a velocidade do vento com período de retorno de 2 anos (vento frequente).

São indicados a seguir os valores a serem considerados no cálculo:

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS

| | | |
|-----------------|-------------------------|---|
| d | 0,02934 m | diâmetro do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| p | 1,405 kgf/m | peso unitário do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| V/H | 0,7 | relação (vão de peso)/(vão de vento) |
| q _o | 37,8 kgf/m ² | item 13.2 da referência (3) |
| k | 0,361 | figura 7 da referência (2) para V=25,84 m/s (3) |
| β _{SM} | | tg β = 0,4071 → β _{SM} ≅ 22,15° |

Considerando as trações para sobretensão de manobra de 2838 kgf e as deflexões das estruturas, as tabelas a seguir apresentam os valores adotados para os ângulos de balanço das cadeias:

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 13 de 143 |

| Estrutura | Deflexão da Estrutura (11) | Ângulo Balanço Final |
|--|-----------------------------------|-----------------------------|
| Suspensão Estaiada (N5SEL) | 1,0° | $\beta_{SM} = 27^\circ$ |
| Suspensão Autoportante Leve (N5SSL) | 1,0° | $\beta_{SM} = 27^\circ$ |
| Suspensão Autoportante de Transposição (N5SST) | 4,0° ⁽¹⁾ | $\beta_{SM} = 39^\circ$ |
| Suspensão Autoportante Pesada (N5SSP) | 7,0° | $\beta_{SM} = 45^\circ$ |

Nota 1: A estrutura N5SST deve ser locada em alinhamento. O ângulo de 4°, de um só lado da torre decorre do giro das fases.

b) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD

| | | |
|----------------|-------------------------|---|
| d | 0,02934 m | diâmetro do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| p | 1,405 kgf/m | peso unitário do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| V/H | 0,7 | relação (vão de peso)/(vão de vento) |
| q _o | 38,8 kgf/m ² | item 13.2 da referência (3) |
| k | 0,358 | figura 7 da referência (2) para V=26,17 m/s (3) |
| β_{SM} | | $\text{tg } \beta = 0,4144 \rightarrow \beta \cong 22,51^\circ$ |

Considerando as trações para sobretensão de manobra de 2913 kgf e as deflexões das estruturas, as tabelas a seguir apresentam os valores adotados para os ângulos de balanço das cadeias:

| Estrutura | Deflexão da Estrutura (11) | Ângulo Balanço Final |
|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Suspensão Estaiada (N5DEL) | 0,5° | $\beta_{SM} = 25^\circ$ |
| Suspensão Autoportante Leve (N5DSL) | 0,5° | $\beta_{SM} = 25^\circ$ |
| Suspensão Autoportante Pesada (N5DSP) | 4,0° | $\beta_{SM} = 34^\circ$ |

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 14 de 143 |

c) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS

| | | |
|-----------------|-------------------------|---|
| d | 0,02934 m | diâmetro do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| p | 1,405 kgf/m | peso unitário do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| V/H | 0,7 | relação (vão de peso)/(vão de vento) |
| q _o | 40,7 kgf/m ² | item 13.2 da referência (3) |
| k | 0,361 | figura 7 da referência (2) para V=25,84 m/s (3) |
| β _{SM} | | tg β = 0,4383 → β ≅ 23,67° |

Considerando as trações para sobretensão de manobra de 2905 kgf e as deflexões das estruturas, as tabelas a seguir apresentam os valores adotados para os ângulos de balanço das cadeias:

| Estrutura | Deflexão da Estrutura (11) | Ângulo Balanço Final |
|--|----------------------------|-----------------------|
| Suspensão Estaiada (N5SEL) | 1,0° | β _{SM} = 29° |
| Suspensão Autoportante Leve (N5SSL) | 1,0° | β _{SM} = 29° |
| Suspensão Autoportante de Transposição (N5SST) | 4,0° ⁽¹⁾ | β _{SM} = 41° |
| Suspensão Autoportante Pesada (N5SSP) | 7,0° | β _{SM} = 48° |

Nota 1: A estrutura N5SST deve ser locada em alinhamento. O ângulo de 4°, de um só lado da torre decorre do giro das fases.

d) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CD

| | | |
|-----------------|-------------------------|---|
| d | 0,02934 m | diâmetro do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| p | 1,405 kgf/m | peso unitário do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| V/H | 0,7 | relação (vão de peso)/(vão de vento) |
| q _o | 41,7 kgf/m ² | item 13.2 da referência (3) |
| k | 0,358 | figura 7 da referência (2) para V=26,17 m/s (3) |
| β _{SM} | | tg β = 0,4454 → β ≅ 24,01° |

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 15 de 143 |

Considerando as trações para sobretensão de manobra de 2931 kgf e as deflexões das estruturas, as tabelas a seguir apresentam os valores adotados para os ângulos de balanço das cadeias:

| Estrutura | Deflexão da Estrutura (11) | Ângulo Balanço Final |
|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Suspensão Estaiada (N5DEL) | 0,5° | $\beta_{SM} = 26^\circ$ |
| Suspensão Autoportante Leve (N5DSL) | 0,5° | $\beta_{SM} = 26^\circ$ |
| Suspensão Autoportante Pesada (N5DSP) | 4,0° | $\beta_{SM} = 36^\circ$ |

e) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS

| | | |
|----------------|-------------------------|---|
| d | 0,02934 m | diâmetro do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| p | 1,405 kgf/m | peso unitário do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| V/H | 0,7 | relação (vão de peso)/(vão de vento) |
| q _o | 40,4 kgf/m ² | item 13.2 da referência (3) |
| k | 0,361 | figura 7 da referência (2) para V=25,84 m/s (3) |
| β_{SM} | | $\text{tg } \beta = 0,4351 \rightarrow \beta \cong 23,51^\circ$ |

Considerando as trações para sobretensão de manobra de 2897 kgf e as deflexões das estruturas, as tabelas a seguir apresentam os valores adotados para os ângulos de balanço das cadeias:

| Estrutura | Deflexão da Estrutura (11) | Ângulo Balanço Final |
|--|-----------------------------------|-----------------------------|
| Suspensão Estaiada (N5SEL) | 1,0° | $\beta_{SM} = 28^\circ$ |
| Suspensão Autoportante Leve (N5SSL) | 1,0° | $\beta_{SM} = 28^\circ$ |
| Suspensão Autoportante de Transposição (N5SST) | 4,0° ⁽¹⁾ | $\beta_{SM} = 41^\circ$ |
| Suspensão Autoportante Pesada (N5SSP) | 7,0° | $\beta_{SM} = 48^\circ$ |

Nota 1: A estrutura N5SST deve ser locada em alinhamento. O ângulo de 4°, de um só lado da torre decorre do giro das fases.

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 16 de 143 |

f) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CD

| | | |
|-----------------|-------------------------|---|
| d | 0,02934 m | diâmetro do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| p | 1,405 kgf/m | peso unitário do condutor (CAL-1120 – 1010 kcmil) (8) |
| V/H | 0,7 | relação (vão de peso)/(vão de vento) |
| q _o | 41,4 kgf/m ² | item 13.2 da referência (3) |
| k | 0,358 | figura 7 da referência (2) para V=26,17 m/s (3) |
| β _{SM} | | tg β= 0,4421 → β ≅ 23,85° |

Considerando as trações para sobretensão de manobra de 2922 kgf e as deflexões das estruturas, as tabelas a seguir apresentam os valores adotados para os ângulos de balanço das cadeias:

| Estrutura | Deflexão da Estrutura (11) | Ângulo Balanço Final |
|---------------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Suspensão Estaiada (N5DEL) | 0,5° | β _{SM} = 26° |
| Suspensão Autoportante Leve (N5DSL) | 0,5° | β _{SM} = 26° |
| Suspensão Autoportante Pesada (N5DSP) | 4,0° | β _{SM} = 36° |

4.2 ESPAÇAMENTOS FASE - TERRA

Para tensão do surto ocorrendo nas LTs em estudo está sendo adotado o seguinte valor, sendo considerado um valor básico de isolamento de 2,3 sob o valor de tensão fase-terra (pu).

$$V_s = 525 \times 2,3 \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} = 985,92 \text{ kV}$$

De modo análogo ao mostrado no item 3.2 anterior o espaçamento para surtos de manobra está sendo calculado de modo que V_{50%} fique situado 3 desvios padrão acima de V_s, devidamente corrigido para as condições atmosféricas características das regiões atravessadas pelas LTs (3) (4), ou seja:

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 17 de 143 |

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS e CD

$\sigma = 0,05$ (desvio padrão para surtos de manobra)

$$k_2 = FCA_{man}^{90\%} = 0,90 \quad (3)$$

$$V_{50\%} = V_s \frac{1}{1-3\sigma} \frac{1}{k_2}$$

Resultando:

$$V_{50\%} = 1.288,78 \text{ kV}$$

Valor adotado para tensão fase-terra devida a surtos de manobra, valor de pico:

$$V_{50\%} = 1.289 \text{ kV}$$

Utilizando o “método do fator de gap” de Paris & Cortina (10) tem-se:

$$V_{50\%} = k 500.d^\alpha$$

Onde:

d Comprimento do gap, m

α Expoente que depende do comprimento do gap. Para gaps superiores a 2m, α é igual a 0,6, para gaps inferiores a 2m, α é aproximadamente igual a unidade.

$k_1 = 1,35$ Espaçamento condutor - estrutura; fase lateral

$k_2 = 1,40$ Espaçamento condutor – estai

Resultando nos seguintes valores (5) e (6) que serão associados aos ângulos de balanço (item 4.1-a):

$L_{SM1} = 2,95 \text{ m}$ condutor – estrutura, fase lateral

$L_{SM2} = 2,80 \text{ m}$ condutor - estai

b) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS e CD

$\sigma = 0,05$ (desvio padrão para surtos de manobra)

$$k_2 = FCA_{man}^{90\%} = 0,97 \quad (3)$$

$$V_{50\%} = V_s \frac{1}{1-3\sigma} \frac{1}{k_2}$$

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 18 de 143 |

Resultando:

$$V_{50\%} = 1.195,78 \text{ kV}$$

Valor adotado para tensão fase-terra devida a surtos de manobra, valor de pico:

$$V_{50\%} = 1.196 \text{ kV}$$

Utilizando o “método do fator de gap” de Paris & Cortina (10) tem-se:

$$V_{50\%} = k \cdot 500 \cdot d^\alpha$$

Onde:

d Comprimento do gap, m

α Expoente que depende do comprimento do gap. Para gaps superiores a 2m, α é igual a 0,6, para gaps inferiores a 2m, α é aproximadamente igual a unidade.

$k_1 = 1,35$ Espaçamento condutor - estrutura; fase lateral

$k_2 = 1,40$ Espaçamento condutor – estai

Resultando nos seguintes valores (5) e (6) que serão associados aos ângulos de balanço (item 4.1-b):

$L_{SM1} = 2,60 \text{ m}$ condutor – estrutura, fase lateral

$L_{SM2} = 2,45 \text{ m}$ condutor - estai

c) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS e CD

$\sigma = 0,05$ (desvio padrão para surtos de manobra)

$$k_2 = FCA_{man}^{90\%} = 0,94 \quad (3)$$

$$V_{50\%} = V_s \frac{1}{1-3\sigma} \frac{1}{k_2}$$

Resultando:

$$V_{50\%} = 1.233,94 \text{ kV}$$

Valor adotado para tensão fase-terra devida a surtos de manobra, valor de pico:

$$V_{50\%} = 1.234 \text{ kV}$$

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 19 de 143 |

Utilizando o “método do fator de gap” de Paris & Cortina (10) tem-se:

$$V_{50\%} = k \cdot 500 \cdot d^\alpha$$

Onde:

- d Comprimento do gap, m
- α Expoente que depende do comprimento do gap. Para gaps superiores a 2m, α é igual a 0,6, para gaps inferiores a 2m, α é aproximadamente igual a unidade.
- $k_1 = 1,35$ Espaçamento condutor - estrutura; fase lateral
- $k_2 = 1,40$ Espaçamento condutor – estai

Resultando nos seguintes valores (5) e (6) que serão associados aos ângulos de balanço (item 4.1-c), para a LT:

$$L_{SM1} = 2,75 \text{ m} \quad \text{condutor – estrutura, fase lateral}$$

$$L_{SM2} = 2,60 \text{ m} \quad \text{condutor - estai}$$

4.3 RISCO DE FALHA FASE – TERRA

O Edital especifica os riscos máximos para falhas fase-terra devido a manobras de religamento (10^{-2}) e manobras de energização (10^{-3}).

A tensão solicitada para o risco falha fase-terra considerado será:

$$V_{SOL} = \frac{V_S}{(1 + 3\sigma)}$$

Onde $\sigma=0,05$

$$V_{SOL} = \frac{985,92}{(1+3 \times 0,05)} = 858 \text{ kV}$$

Portanto, para as LTs em estudo os riscos de falha foram calculados utilizando o programa RISMAN e considerando, conservativamente, os seguintes parâmetros:

| Parâmetros | |
|---|--------|
| Tensão de Solicitação (V_{SOL}) | 858 kV |
| Desvio padrão da distribuição de sobretensões (σ_S) | 5 % |
| Desvio padrão da distribuição da suportabilidade (σ_R) | 5 % |

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 20 de 143 |

Parâmetros

Correção para condições atmosféricas da região ($FCA_{man}^{90\%}$)

LT 525 kV Areia – Joinville Sul C1 0,90

LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 C1 0,97

LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu C1 0,94

Comprimento das LTs

LT 525 kV Areia – Joinville Sul C1 292 km

LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 C1 82 km

LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu C1 63 km

Número de estruturas das LTs 100 ^(NOTA 1)

Comprimento da cadeia de suspensão 4,70 m

Espessura da estrutura predominante 3,00 m

Nota 1: No caso específico do balanço de condutores e cadeias de isoladores, a determinação dos respectivos riscos de falha deve ser executada levando em conta alguns aspectos relevantes, registrados a seguir. No Brasil, as ocorrências de ventos de elevada intensidade, e que podem ser abordados estatisticamente, dividem-se em três categorias distintas: frentes-frias, tempestades locais e os dois fenômenos anteriores superpostos (doravante chamados de “sistemas mistos”). A área de atuação de frentes-frias e de sistemas mistos cobre, geralmente, alguma centena de quilômetros. Tempestades locais, como o próprio nome deixa transparecer, têm sua atuação restrita a alguns quilômetros (20~30 km, por exemplo). Qualquer que seja o caso, é excessivamente conservador supor que a ação do vento se faz de maneira uniforme ao longo dessas extensões territoriais, por dois motivos bem nítidos e conhecidos: 1) a direção do vento é variável pontualmente e 2) a orografia regional é geralmente suficiente para introduzir variações nas velocidades dos ventos. Assim sendo, mesmo que um surto de manobra seja capaz de solicitar uma LT em toda a sua extensão, é muito pouco provável que todas as cadeias de uma fase, por exemplo, estejam igualmente aproximadas da estrutura, pelas razões descritas. Em consequência, é realista que se contemple uma redução racional no número de estruturas que devem ser consideradas no risco de falha, na contingência de balanço de condutores e cadeias. O estudo em curso leva em conta que os fenômenos anteriormente descritos sejam observados no sentido de introduzir hipóteses de projeto realistas e consentâneas com a realidade climática Brasileira. Portanto, será admitida uma extensão de 50 km das LTs em estudo, como estando submetida simultaneamente à ação do vento de elevada intensidade o que, de acordo com o vão básico de 500 m adotado, representa cerca de 100 estruturas. Os 50 km ora considerados se reportam ao fato de que são verificadas nessa região frentes-frias.

| | |
|--|-----------------------------------|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B</p> |
| <p>COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO</p> | <p>Rev. 0</p> |
| | <p>Folha 21 de 143</p> |

Os relatórios de saída do programa RISMAN constam do Anexo 1. O risco de falha obtido é indicado a seguir.

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS

$$R_{TOTAL} = 6,325 \times 10^{-7}$$

b) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD

Um circuito (vento com período de retorno de 2 anos):

$$R_L = 8,635 \times 10^{-7}$$

Dois circuitos (cadeias em repouso):

$$R_C = 1,018 \times 10^{-8}$$

Conservativamente, o risco total de falha da LT, considerando duas fases submetidas simultaneamente às mesmas condições de deslocamento e sobretensões, pode ser aproximado pela expressão:

$$R_T = 1 - (1 - R_L)(1 - R_C)$$

Resultando: $R_{TOTAL} = 8,74 \times 10^{-7}$

c) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS

$$R_{TOTAL} = 3,346 \times 10^{-8}$$

d) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CD

Um circuito (vento com período de retorno de 2 anos):

$$R_L = 4,416 \times 10^{-8}$$

Dois circuitos (cadeias em repouso):

$$R_C = 3,506 \times 10^{-10}$$

Conservativamente, o risco total de falha da LT, considerando duas fases submetidas simultaneamente às mesmas condições de deslocamento e sobretensões, pode ser aproximado pela expressão:

$$R_T = 1 - (1 - R_L)(1 - R_C)$$

Resultando: $R_{TOTAL} = 4,45 \times 10^{-8}$

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 22 de 143 |

e) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS

$$R_{TOTAL} = 1,375 \times 10^{-7}$$

f) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CD

Um circuito (vento com período de retorno de 2 anos):

$$R_L = 2,163 \times 10^{-7}$$

Dois circuitos (cadeias em repouso):

$$R_C = 1,470 \times 10^{-9}$$

Conservativamente, o risco total de falha da LT, considerando duas fases submetidas simultaneamente às mesmas condições de deslocamento e sobretensões, pode ser aproximado pela expressão:

$$R_T = 1 - (1 - R_L)(1 - R_C)$$

Resultando: $R_{TOTAL} = 2,18 \times 10^{-7}$

Conforme pode ser observado o risco total de falha obtido é inferior aos valores máximos especificados no Edital.

4.4 RISCO DE FALHA FASE – FASE

As LTs em estudo utilizam como estrutura predominante a torre estaiada do tipo monomastro, com disposição compacta das fases.

De modo a validar essa premissa foi calculada a distância mínima entre fases para atender os riscos máximos para falha fase-fase especificados no Edital (10^{-3} , para manobras de religamento e 10^{-4} , para manobras de energização).

Utilizando a metodologia constante da referência (5) e adotando valores conservativos para as variáveis consideradas foram calculados os espaçamentos fase-fase que seriam necessários para o menor risco de falha para um circuito (10^{-4}) especificado no Edital.

Conforme mostrado no Anexo 2 foram obtidos o valor de 3,15 m para a LT 525 kV Areia – Joinville Sul e 2,85 m para as LTs 525 kV Joinville Sul – Itajaí – Biguaçu para a distância mínima entre fases. Estes espaçamentos são inferiores ao valor adotado de 7,9 m de distância horizontal entre as fases para as LTs. Ou seja, para as configurações mostradas no Anexo 5 o risco de falha fase-fase por surtos de manobra, é inferior aos valores especificados no Edital.

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 23 de 143 |

5 ISOLAMENTO PARA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

5.1 DADOS DE ENTRADA

Para avaliação do desempenho das LTs quando submetida a surtos atmosféricos foi utilizado o programa FLASH. Os dados de entrada adotados para o cálculo são reproduzidos a seguir:

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS

| | |
|---|-------------|
| Vão médio | 500 m |
| Altura da torre monomastro estaiada | 47,12 m |
| Espaçamento horizontal entre fases | 7,90 m |
| Espaçamento horizontal entre cabos para-raios | 12,15 m |
| Altura do condutor ao solo, na torre, fase central | 41,592 m |
| Altura do condutor ao solo, na torre, fases laterais | 34,348 m |
| Altura do cabo para-raios ao solo, na torre | 47,02 m |
| Distância fase-terra para cálculo do nível de isolamento (item 6) | 3,74 m |
| Flecha do cabo condutor a 60°C | 21,62 m |
| Flecha do cabo para-raios a 38°C | 18,16 m |
| Nível cerâmico da região atravessada pela LT | 77 |
| Resistência de aterramento média da LT | 19 Ω |

b) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD

| | |
|--|----------|
| Vão médio | 500 m |
| Altura da torre monomastro tipo “Danúbio” | 51,82 m |
| Espaçamento horizontal entre fases superiores e o eixo da estrutura | 6,70 m |
| Espaçamento horizontal entre centrais inferior e o eixo da estrutura | 5,60 m |
| Espaçamento horizontal entre fases laterais inferiores | 6,75 m |
| Espaçamento horizontal entre cabos para-raios | 20,80 m |
| Altura do condutor ao solo, na torre, fase superior | 45,248 m |

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 24 de 143 |

| | |
|--|----------|
| Altura do condutor ao solo, na torre, fase inferiores próximas a estrutura | 35,105 m |
| Altura do condutor ao solo, na torre, fases laterais | 34,348 m |
| Altura do cabo para-raios ao solo, na torre | 51,72 m |
| Distância fase-terra para cálculo do nível de isolamento (item 6) | 3,74 m |
| Flecha do cabo condutor a 60°C | 21,62 m |
| Flecha do cabo para-raios a 38°C | 18,33 m |
| Nível cerâmico da região atravessada pela LT | 77 |
| Resistência de aterramento média da LT | 19 Ω |

c) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS

| | |
|---|----------|
| Vão médio | 500 m |
| Altura da torre monomastro estaiada | 47,02 m |
| Espaçamento horizontal entre fases | 7,90 m |
| Espaçamento horizontal entre cabos para-raios | 12,15 m |
| Altura do condutor ao solo, na torre, fase central | 41,492 m |
| Altura do condutor ao solo, na torre, fases laterais | 34,248 m |
| Altura do cabo para-raios ao solo, na torre | 46,92 m |
| Distância fase-terra para cálculo do nível de isolamento (item 6) | 3,74 m |
| Flecha do cabo condutor a 60°C | 21,52 m |
| Flecha do cabo para-raios a 40°C | 18,16 m |
| Nível cerâmico da região atravessada pela LT | 77 |
| Resistência de aterramento média da LT | 19 Ω |

d) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CD

| | |
|---|---------|
| Vão médio | 500 m |
| Altura da torre monomastro tipo “Danúbio” | 51,72 m |
| Espaçamento horizontal entre fases superiores e o eixo da estrutura | 6,70 m |

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 25 de 143 |

| | |
|--|----------|
| Espaçamento horizontal entre centrais inferior e o eixo da estrutura | 5,60 m |
| Espaçamento horizontal entre fases laterais inferiores | 6,75 m |
| Espaçamento horizontal entre cabos para-raios | 20,80 m |
| Altura do condutor ao solo, na torre, fase superior | 45,148 m |
| Altura do condutor ao solo, na torre, fase inferiores próximas a estrutura | 35,005 m |
| Altura do condutor ao solo, na torre, fases laterais | 34,248 m |
| Altura do cabo para-raios ao solo, na torre | 51,62 m |
| Distância fase-terra para cálculo do nível de isolamento (item 6) | 3,74 m |
| Flecha do cabo condutor a 60°C | 21,52 m |
| Flecha do cabo para-raios a 38°C | 18,33 m |
| Nível cerâmico da região atravessada pela LT | 77 |
| Resistência de aterramento média da LT | 19 Ω |

e) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS

| | |
|---|----------|
| Vão médio | 500 m |
| Altura da torre monomastro estaiada | 47,07 m |
| Espaçamento horizontal entre fases | 7,90 m |
| Espaçamento horizontal entre cabos para-raios | 12,15 m |
| Altura do condutor ao solo, na torre, fase central | 41,542 m |
| Altura do condutor ao solo, na torre, fases laterais | 34,298 m |
| Altura do cabo para-raios ao solo, na torre | 46,97 m |
| Distância fase-terra para cálculo do nível de isolamento (item 6) | 3,74 m |
| Flecha do cabo condutor a 60°C | 21,57 m |
| Flecha do cabo para-raios a 40°C | 18,18 m |
| Nível cerâmico da região atravessada pela LT | 77 |
| Resistência de aterramento média da LT | 19 Ω |

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 26 de 143 |

f) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CD

| | |
|--|----------|
| Vão médio | 500 m |
| Altura da torre monomastro tipo “Danúbio” | 51,77 m |
| Espaçamento horizontal entre fases superiores e o eixo da estrutura | 6,70 m |
| Espaçamento horizontal entre centrais inferior e o eixo da estrutura | 5,60 m |
| Espaçamento horizontal entre fases laterais inferiores | 6,75 m |
| Espaçamento horizontal entre cabos para-raios | 20,80 m |
| Altura do condutor ao solo, na torre, fase superior | 45,198 m |
| Altura do condutor ao solo, na torre, fase inferiores próximas a estrutura | 35,055 m |
| Altura do condutor ao solo, na torre, fases laterais | 34,298 m |
| Altura do cabo para-raios ao solo, na torre | 51,67 m |
| Distância fase-terra para cálculo do nível de isolamento (item 6) | 3,74 m |
| Flecha do cabo condutor a 60°C | 21,57 m |
| Flecha do cabo para-raios a 38°C | 18,36 m |
| Nível cerâmico da região atravessada pela LT | 77 |
| Resistência de aterramento média da LT | 19 Ω |

5.2 DESEMPENHO CALCULADO

O Edital especifica que o comportamento das LTs a descargas atmosféricas deve atender aos seguintes valores, expressos em número de descargas por 100 quilômetros por ano:

| Tipo da linha de transmissão | Classe de tensão [kV] | Número mínimo de cabos para-raios por estrutura | Desligamentos de um circuito por 100 km por ano | |
|------------------------------|-----------------------|---|---|-------|
| | | | Devido a falha de blindagem | Total |
| LT-CA | ≥ 345 | 1 | ≤ 10 ⁻² | ≤ 1 |

A partir dos parâmetros do item 5.1 foram calculados os desempenhos das LTs utilizando o programa FLASH. Os relatórios de saída constam do Anexo 3 e são resumidos a seguir.

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 27 de 143 |

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu CS

| R | Taxa de desligamentos por 100 km por ano | | |
|------|--|---------------------|----------|
| | Descargas Diretas | Descargas Indiretas | Total |
| 20 Ω | 0,00 | 0,67 | 0,67 < 1 |

Os resultados obtidos indicam que, para resistência de aterramento das estruturas com valor médio de 20 Ω, o desempenho calculado atende o especificado no Edital.

Essa resistência (20 Ω) é compatível com o valor adotado no estudo de distribuição de correntes de curto circuito (8) devendo ser considerada como limite para a média das resistências de aterramento da totalidade das estruturas das LTs.

b) LT 525 kV Areia – Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu CD

| R | Taxa de desligamentos por 100 km por ano | | |
|------|--|---------------------|----------|
| | Descargas Diretas | Descargas Indiretas | Total |
| 19 Ω | 0,00 | 0,92 | 0,92 < 1 |

Os resultados obtidos indicam que, para resistência de aterramento das estruturas com valor médio de 19 Ω, o desempenho calculado atende o especificado no Edital.

Essa resistência (19 Ω) é compatível com o valor adotado no estudo de distribuição de correntes de curto circuito (8) devendo ser considerada como limite para a média das resistências de aterramento da totalidade das estruturas das LTs.

6 ISOLAMENTO PARA MANUTENÇÃO EM LINHA VIVA

O Anexo 4 reproduz a tabela 441-3 do NESC/2017 (7) contendo os espaçamentos mínimos recomendados para operações de manutenção em linha viva.

Para o fator de surto máximo adotado neste estudo de 2,3 pu (rejeição de carga) para as LTs a tabela recomenda distância fase-terra mínima de 3,40 m. Está sendo adotado o seguinte valor:

$L_{manut} = 3,74 \text{ m}$ Associado a cadeias em repouso, sem vento

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 28 de 143 |

7 DESLOCAMENTO ADMITIDO PARA A CADEIA DE ISOLADORES EM REPOUSO

Para o cálculo do ângulo de deslocamento da cadeia em repouso, está sendo considerado o ângulo máximo de aplicação das torres de suspensão, sem vento.

Com base nesse critério, o ângulo de balanço é calculado pela seguinte expressão:

$$tg\beta = \frac{2.n.H.sen(\alpha/2)}{n.p.VP + \frac{1}{2}P_{CAD}}, \text{ onde:}$$

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS

| | | |
|------------------|--------------|---|
| n | 4 | Número de subcondutores por fase |
| H | 2.243,57 kgf | Tração EDS |
| α | 1° | Ângulo máximo da torre de suspensão (N5SEL e N5SSL) |
| | 7° | Ângulo máximo da torre de suspensão (N5SSP) |
| | 4° | Ângulo máximo da torre de suspensão (N5SST) |
| p | 1,405 kg/m | Peso unitário do condutor (CAL-1120 - 1010 kcmil) |
| VP | 366,4 m | Vão de peso adotado no cálculo para um vão de vento de 523,4 m (α = 1°) N5SEL e N5SSL |
| | 394,6 m | Vão de peso adotado no cálculo para um vão de vento de 563,8 m (α = 7°) N5SSP |
| | 345,5 m | Vão de peso adotado no cálculo para um vão de vento de 493,5 m (α = 4°) N5SST |
| P _{CAD} | 210 kg | Peso da cadeia de isoladores perfil padrão |

Tendo como resultado:

| | | | |
|------|------------|---------------------|---------------------------------------|
| tg β | = 0,072268 | ou seja: β = 4,14° | Valor adotado: β = 5° (N5SEL e N5SSL) |
| tg β | = 0,440845 | ou seja: β = 25,26° | Valor adotado: β = 26° (N5SSP) |
| tg β | = 0,297073 | ou seja: β = 17,02° | Valor adotado: β = 18° (N5SST) |

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 29 de 143 |

b) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD

| | | |
|------------------|--------------|---|
| n | 4 | Número de subcondutores por fase |
| H | 2.243,57 kgf | Tração EDS |
| α | 0,5° | Ângulo máximo da torre de suspensão (N5DEL e N5DSL) |
| | 4° | Ângulo máximo da torre de suspensão (N5DSP) |
| p | 1,405 kg/m | Peso unitário do condutor (CAL-1120 - 1010 kcmil) |
| VP | 375,8 m | Vão de peso adotado no cálculo para um vão de vento de 537,0 m (α = 0,5°) N5DEL e N5DSL |
| | 522,1 m | Vão de peso adotado no cálculo para um vão de vento de 745,8 m (α = 4°) N5DSP |
| P _{CAD} | 210 kg | Peso da cadeia de isoladores perfil padrão |

Tendo como resultado:

$\text{tg } \beta = 0,035310$ ou seja: $\beta = 2,02^\circ$ Valor adotado: $\beta = 3^\circ$ (N5DEL e N5DSL)
 $\text{tg } \beta = 0,203305$ ou seja: $\beta = 11,65^\circ$ Valor adotado: $\beta = 12^\circ$ (N5DSP)

c) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS

| | | |
|----|--------------|---|
| n | 4 | Número de subcondutores por fase |
| H | 2.243,57 kgf | Tração EDS |
| α | 1° | Ângulo máximo da torre de suspensão (N5SEL e N5SSL) |
| | 7° | Ângulo máximo da torre de suspensão (N5SSP) |
| | 4° | Ângulo máximo da torre de suspensão (N5SST) |
| p | 1,405 kg/m | Peso unitário do condutor (CAL-1120 - 1010 kcmil) |
| VP | 339,0 m | Vão de peso adotado no cálculo para um vão de vento de 484,2 m (α = 1°) N5SEL e N5SSL |
| | 363,8 m | Vão de peso adotado no cálculo para um vão de vento de 519,7 m (α = 7°) N5SSP |

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 30 de 143 |

312,9 m Vão de peso adotado no cálculo para um vão de vento de 446,9 m
($\alpha = 4^\circ$) N5SST

P_{CAD} 210 kg Peso da cadeia de isoladores perfil padrão

Tendo como resultado:

$\text{tg } \beta = 0,077784$ ou seja: $\beta = 4,46^\circ$ Valor adotado: $\beta = 5^\circ$ (N5SEL e N5SSL)

$\text{tg } \beta = 0,471478$ ou seja: $\beta = 27,01^\circ$ Valor adotado: $\beta = 28^\circ$ (N5SSP)

$\text{tg } \beta = 0,324365$ ou seja: $\beta = 18,58^\circ$ Valor adotado: $\beta = 19^\circ$ (N5SST)

d) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CD

n 4 Número de subcondutores por fase

H 2.243,57 kgf Tração EDS

α 0,5° Ângulo máximo da torre de suspensão (N5DEL e N5DSL)

4° Ângulo máximo da torre de suspensão (N5DSP)

p 1,405 kg/m Peso unitário do condutor (CAL-1120 - 1010 kcmil)

VP 376,16 m Vão de peso adotado no cálculo para um vão de vento de 537,2 m
($\alpha = 0,5^\circ$) N5DEL e N5DSL

523,5 m Vão de peso adotado no cálculo para um vão de vento de 747,8 m
($\alpha = 4^\circ$) N5DSP

P_{CAD} 210 kg Peso da cadeia de isoladores perfil padrão

Tendo como resultado:

$\text{tg } \beta = 0,035294$ ou seja: $\beta = 2,02^\circ$ Valor adotado: $\beta = 3^\circ$ (N5DEL e N5DSL)

$\text{tg } \beta = 0,202795$ ou seja: $\beta = 11,62^\circ$ Valor adotado: $\beta = 12^\circ$ (N5DSP)

e) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS

n 4 Número de subcondutores por fase

H 2.243,57 kgf Tração EDS

α 1° Ângulo máximo da torre de suspensão (N5SEL e N5SSL)

7° Ângulo máximo da torre de suspensão (N5SSP)

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 31 de 143 |

| | | |
|------------------|------------|--|
| | 4° | Ângulo máximo da torre de suspensão (N5SST) |
| p | 1,405 kg/m | Peso unitário do condutor (CAL-1120 - 1010 kcmil) |
| VP | 342,4 m | Vão de peso adotado no cálculo para um vão de vento de 489,1 m ($\alpha = 1^\circ$) N5SEL e N5SSL |
| | 366,7 m | Vão de peso adotado no cálculo para um vão de vento de 523,9 m ($\alpha = 7^\circ$) N5SSP |
| | 316,1 m | Vão de peso adotado no cálculo para um vão de vento de 451,5 m ($\alpha = 4^\circ$) N5SST |
| P _{CAD} | 210 kg | Peso da cadeia de isoladores perfil padrão |

Tendo como resultado:

| | | | |
|------------|------------|--------------------------------|--|
| tg β | = 0,077050 | ou seja: $\beta = 4,41^\circ$ | Valor adotado: $\beta = 5^\circ$ (N5SEL e N5SSL) |
| tg β | = 0,468394 | ou seja: $\beta = 26,84^\circ$ | Valor adotado: $\beta = 27^\circ$ (N5SSP) |
| tg β | = 0,321496 | ou seja: $\beta = 18,42^\circ$ | Valor adotado: $\beta = 19^\circ$ (N5SST) |

f) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CD

| | | |
|------------------|--------------|--|
| n | 4 | Número de subcondutores por fase |
| H | 2.243,57 kgf | Tração EDS |
| α | 0,5° | Ângulo máximo da torre de suspensão (N5DEL e N5DSL) |
| | 4° | Ângulo máximo da torre de suspensão (N5DSP) |
| p | 1,405 kg/m | Peso unitário do condutor (CAL-1120 - 1010 kcmil) |
| VP | 376,0 m | Vão de peso adotado no cálculo para um vão de vento de 537,2 m ($\alpha = 0,5^\circ$) N5DEL e N5DSL |
| | 523,3 m | Vão de peso adotado no cálculo para um vão de vento de 747,6 m ($\alpha = 4^\circ$) N5DSP |
| P _{CAD} | 210 kg | Peso da cadeia de isoladores perfil padrão |

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 32 de 143 |

Tendo como resultado:

$$\operatorname{tg} \beta = 0,035295 \quad \text{ou seja: } \beta = 2,02^\circ \quad \text{Valor adotado: } \beta = 3^\circ \text{ (N5DEL e N5DSL)}$$

$$\operatorname{tg} \beta = 0,202846 \quad \text{ou seja: } \beta = 11,62^\circ \quad \text{Valor adotado: } \beta = 12^\circ \text{ (N5DSP)}$$

8 CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA DE SUSPENSÃO PREDOMINANTE

8.1 PARÂMETROS ELÉTRICOS

Os parâmetros elétricos das LTs, referidos a 50°C, foram calculados para as configurações das estruturas predominantes utilizando o programa ATP. Os relatórios de saída constam no Anexo 6. São resumidos a seguir os principais valores obtidos:

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS

| Parâmetro | Símb. | Unid. | Sequência Positiva | Sequência Zero |
|---------------------------|-------|-------------------------|--------------------|----------------|
| Resistência | R | Ω/km | 0,01738 | 0,37846 |
| Reatância | X | Ω/km | 0,31004 | 1,15100 |
| Susceptância | B | $\mu\text{S}/\text{km}$ | 5,29018 | 3,00902 |
| Impedância Característica | Z_c | Ω | 242,28 | 634,56 |

O trecho em circuito simples possui 277 km, representando 98,6% da extensão total da LT 525 kV Areia – Joinville.

b) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD

| Parâmetro | Símb. | Unid. | Sequência Positiva | Sequência Zero |
|---------------------------|-------|-------------------------|--------------------|----------------|
| Resistência | R | Ω/km | 0,01728 | 0,23133 |
| Reatância | X | Ω/km | 0,29049 | 0,97845 |
| Susceptância | B | $\mu\text{S}/\text{km}$ | 5,66423 | 3,00575 |
| Impedância Característica | Z_c | Ω | 226,66 | 578,36 |

O trecho em circuito duplo possui 4 km, representando 1,4% da extensão total da LT 525 kV Areia – Joinville.

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 33 de 143 |

c) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS

| Parâmetro | Símb. | Unid. | Sequência Positiva | Sequência Zero |
|---------------------------|-------|-------------------------|--------------------|----------------|
| Resistência | R | Ω/km | 0,01739 | 0,37882 |
| Reatância | X | Ω/km | 0,31003 | 1,15046 |
| Susceptância | B | $\mu\text{S}/\text{km}$ | 5,29068 | 3,01221 |
| Impedância Característica | Z_C | Ω | 242,26 | 634,12 |

O trecho em circuito simples possui 67,8 km, representando 89,4% da extensão total da LT 525 kV Joinville – Itajaí 2.

d) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CD

| Parâmetro | Símb. | Unid. | Sequência Positiva | Sequência Zero |
|---------------------------|-------|-------------------------|--------------------|----------------|
| Resistência | R | Ω/km | 0,01728 | 0,23148 |
| Reatância | X | Ω/km | 0,29049 | 0,97770 |
| Susceptância | B | $\mu\text{S}/\text{km}$ | 5,66461 | 3,00742 |
| Impedância Característica | Z_C | Ω | 226,65 | 578,00 |

O trecho em circuito duplo possui 8 km, representando 10,6% da extensão total da LT 525 kV Joinville – Itajaí 2.

e) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS

| Parâmetro | Símb. | Unid. | Sequência Positiva | Sequência Zero |
|---------------------------|-------|-------------------------|--------------------|----------------|
| Resistência | R | Ω/km | 0,01739 | 0,37871 |
| Reatância | X | Ω/km | 0,31003 | 1,15062 |
| Susceptância | B | $\mu\text{S}/\text{km}$ | 5,29049 | 3,01101 |
| Impedância Característica | Z_C | Ω | 242,27 | 634,28 |

O trecho em circuito simples possui 68,2 km, representando 94,5% da extensão total da LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu.

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 34 de 143 |

f) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CD

| Parâmetro | Símb. | Unid. | Sequência Positiva | Sequência Zero |
|---------------------------|-------|-------------------------|--------------------|----------------|
| Resistência | R | Ω/km | 0,01728 | 0,23145 |
| Reatância | X | Ω/km | 0,29049 | 0,97785 |
| Susceptância | B | $\mu\text{S}/\text{km}$ | 5,66450 | 3,00687 |
| Impedância Característica | Z_C | Ω | 226,66 | 578,09 |

O trecho em circuito duplo possui 4 km, representando 5,5% da extensão total da LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu.

9 CONFIGURAÇÃO GEOMÉTRICA

9.1 RESUMO DAS DISTÂNCIAS DE ISOLAMENTO E ÂNGULOS DE BALANÇO DAS CADEIAS

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CS

| Solicitação | Distâncias de Isolamento | Ângulos de Balanço (graus)/ estrutura |
|------------------------|--|--|
| Tensão Operativa | $L_{60\text{Hz}} = 1,10 \text{ m}$ | $\beta_{60\text{Hz}} = 48^\circ$ (N5SEL) |
| | | $\beta_{60\text{Hz}} = 48^\circ$ (N5SSL) |
| Surto de Manobra | $L_{SM1} - 2,75 \text{ m}$ (fase lateral - toda série) | $\beta_{60\text{Hz}} = 63^\circ$ (N5SSP) |
| | | $\beta_{60\text{Hz}} = 58^\circ$ (N5SST) |
| | | $\beta_{SM} = 27^\circ$ (N5SEL) |
| | | $\beta_{SM} = 27^\circ$ (N5SSL) |
| Descargas Atmosféricas | $L_{SM2} - 2,60 \text{ m}$ (condutor - estai) | $\beta_{SM} = 45^\circ$ (N5SSP) |
| | | $\beta_{SM} = 39^\circ$ (N5SST) |
| | | $\beta = 5^\circ$ (N5SEL) |
| | | $\beta = 5^\circ$ (N5SSL) |
| | 3,74 m | $\beta = 26^\circ$ (N5SSP) |
| | | $\beta = 18^\circ$ (N5SST) (**) |

(**) A estrutura N5SST deve ser locada em alinhamento, ou seja, 0° . O ângulo de 4° , de um só lado da torre, que gera um deslocamento de cadeia em repouso de 18° , decorre do giro das fases.

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 35 de 143 |

b) LT 525 kV Areia – Joinville Sul CD

| Solicitação | Distâncias de Isolamento | Ângulos de Balanço (graus)/ estrutura |
|------------------------|---|--|
| Tensão Operativa | $L_{60\text{Hz}} = 1,10 \text{ m}$ | $\beta_{60\text{Hz}} = 45^\circ$ (N5DEL) $\beta_{60\text{Hz}} = 45^\circ$ (N5DSL) $\beta_{60\text{Hz}} = 54^\circ$ (N5DSP) |
| Surto de Manobra | $L_{\text{SM1}} = 2,75 \text{ m}$ (fase lateral - toda série) | $\beta_{\text{SM}} = 25^\circ$ (N5DEL) $\beta_{\text{SM}} = 25^\circ$ (N5DSL) $\beta_{\text{SM}} = 34^\circ$ (N5DSP) |
| Descargas Atmosféricas | 3,74 m | $\beta = 3^\circ$ (N5DEL) $\beta = 3^\circ$ (N5DSL) $\beta = 12^\circ$ (N5DSP) |

c) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CS

| Solicitação | Distâncias de Isolamento | Ângulos de Balanço (graus)/ estrutura |
|------------------------|---|--|
| Tensão Operativa | $L_{60\text{Hz}} = 1,10 \text{ m}$ | $\beta_{60\text{Hz}} = 50^\circ$ (N5SEL) $\beta_{60\text{Hz}} = 50^\circ$ (N5SSL) $\beta_{60\text{Hz}} = 66^\circ$ (N5SSP) $\beta_{60\text{Hz}} = 61^\circ$ (N5SST) |
| Surto de Manobra | $L_{\text{SM1}} = 2,45 \text{ m}$ (fase lateral - toda série) | $\beta_{\text{SM}} = 29^\circ$ (N5SEL) $\beta_{\text{SM}} = 29^\circ$ (N5SSL) |
| | $L_{\text{SM2}} = 2,30 \text{ m}$ (condutor - estai) | $\beta_{\text{SM}} = 48^\circ$ (N5SSP) $\beta_{\text{SM}} = 41^\circ$ (N5SST) |
| Descargas Atmosféricas | 3,74 m | $\beta = 5^\circ$ (N5SEL) $\beta = 5^\circ$ (N5SSL) $\beta = 28^\circ$ (N5SSP) $\beta = 19^\circ$ (N5SST) (**) |

(**) A estrutura N5SST deve ser locada em alinhamento, ou seja, 0° . O ângulo de 4° , de um só lado da torre, que gera um deslocamento de cadeia em repouso de 20° , decorre do giro das fases.

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 36 de 143 |

d) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 CD

| Solicitação | Distâncias de Isolamento | Ângulos de Balanço (graus)/ estrutura |
|------------------------|---|--|
| Tensão Operativa | $L_{60\text{Hz}} = 1,10 \text{ m}$ | $\beta_{60\text{Hz}} = 47^\circ$ (N5DEL) $\beta_{60\text{Hz}} = 47^\circ$ (N5DSL) $\beta_{60\text{Hz}} = 56^\circ$ (N5DSP) |
| Surto de Manobra | $L_{\text{SM1}} = 2,45 \text{ m}$ (fase lateral - toda série) | $\beta_{\text{SM}} = 26^\circ$ (N5DEL) $\beta_{\text{SM}} = 26^\circ$ (N5DSL) $\beta_{\text{SM}} = 36^\circ$ (N5DSP) |
| Descargas Atmosféricas | 3,74 m | $\beta = 3^\circ$ (N5DEL) $\beta = 3^\circ$ (N5DSL) $\beta = 12^\circ$ (N5DSP) |

e) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CS

| Solicitação | Distâncias de Isolamento | Ângulos de Balanço (graus)/ estrutura |
|------------------------|---|--|
| Tensão Operativa | $L_{60\text{Hz}} = 1,10 \text{ m}$ | $\beta_{60\text{Hz}} = 49^\circ$ (N5SEL) $\beta_{60\text{Hz}} = 49^\circ$ (N5SSL) $\beta_{60\text{Hz}} = 65^\circ$ (N5SSP) $\beta_{60\text{Hz}} = 61^\circ$ (N5SST) |
| Surto de Manobra | $L_{\text{SM1}} = 2,55 \text{ m}$ (fase lateral - toda série) | $\beta_{\text{SM}} = 28^\circ$ (N5SEL) $\beta_{\text{SM}} = 28^\circ$ (N5SSL) |
| | $L_{\text{SM2}} = 2,40 \text{ m}$ (condutor - estai) | $\beta_{\text{SM}} = 48^\circ$ (N5SSP) $\beta_{\text{SM}} = 41^\circ$ (N5SST) |
| Descargas Atmosféricas | 3,74 m | $\beta = 5^\circ$ (N5SEL) $\beta = 5^\circ$ (N5SSL) $\beta = 27^\circ$ (N5SSP) $\beta = 19^\circ$ (N5SST) (**) |

(**) A estrutura N5SST deve ser locada em alinhamento, ou seja, 0° . O ângulo de 4° , de um só lado da torre, que gera um deslocamento de cadeia em repouso de 20° , decorre do giro das fases.

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 37 de 143 |

f) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu CD

| Solicitação | Distâncias de Isolamento | Ângulos de Balanço (graus)/ estrutura |
|------------------------|---|--|
| Tensão Operativa | $L_{60\text{Hz}} = 1,10 \text{ m}$ | $\beta_{60\text{Hz}} = 47^\circ$ (N5DEL) $\beta_{60\text{Hz}} = 47^\circ$ (N5DSL) $\beta_{60\text{Hz}} = 56^\circ$ (N5DSP) |
| Surto de Manobra | $L_{\text{SM1}} = 2,55 \text{ m}$ (fase lateral - toda série) | $\beta_{\text{SM}} = 26^\circ$ (N5DEL) $\beta_{\text{SM}} = 26^\circ$ (N5DSL) $\beta_{\text{SM}} = 36^\circ$ (N5DSP) |
| Descargas Atmosféricas | 3,74 m | $\beta = 3^\circ$ (N5DEL) $\beta = 3^\circ$ (N5DSL) $\beta = 12^\circ$ (N5DSP) |

9.2 CONFIGURAÇÃO GEOMÉTRICA DO TOPO DAS ESTRUTURAS DE SUSPENSÃO

As configurações geométricas do topo das estruturas de suspensão são apresentadas no Anexo 5.

10 REFERÊNCIAS

- 1 IEC 60815 – Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions.
- 2 NBR 5422 – Projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica.
- 3 Projeto Básico, DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADES DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B.
- 4 IEC 60060.1 – High-voltage test techniques.
- 5 Transmission line reference book, 200 kV and above, third edition, 2005.
- 6 Lignes aériennes à haute et très haute tension — règles d'isolation.
- 7 ANSI C2/2017 – National Electrical Safety Code.
- 8 Projeto Básico, CONDUTOR E PARA-RAIOS, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 38 de 143 |

2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B.

9 Projeto Básico, ISOLADORES E FERRAGENS, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B.

10 Paris, L & Cortina, R – Switching and Lightning Impulse Discharge Characteristics of Large Air Gaps and Long Insulator Strings” IEEE, Vol. Pas – 87, nº 4, April 68.

11 Projeto Básico, SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B.

12 Kiessling, F & Nefzger, P – “Overhead Power Lines – Planning, Design, Construction” - Springer, 2003

13 IEC 60071-1 – Insulation co-ordination – Definitions, principals and rules

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 39 de 143 |

11 ANEXOS

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 40 de 143 |

ANEXO 1 – RISCOS DE FALHA POR SURTOS DE MANOBRA

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 41 de 143 |

ANEXO 1A – LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CS

 * PROGRAMA RISMAN MARTE ENGENHARIA LTDA. *
 * LT 525 KV AREIA – JOINVILLE DO SUL CS *

DIÂMETRO DO CABO CONDUTOR (cm): 2.9340
 PESO LINEAR DO CABO CONDUTOR (kg/m): 1.4050
 ESP. HORIZ. ENTRE OS CONDUTORES DO FEIXE (m): 0.4570
 ESP. VERT. ENTRE OS CONDUTORES DO FEIXE (m): 0.4570
 DIST. ESTRUT. SUPER./FIXAÇÃO ISOL. (m): 0.1000
 COMPRIMENTO DE BALANÇO CADEIA ISOL+FERR (m): 4.7000
 ÂNGULO ESTRUTURA SUPERIOR/HORIZONTAL (Graus): 0.0000
 ÂNGULO ESTRUTURA LATERAL/VERTICAL (Graus): 33.0000
 BRAÇO MÍNIMO DA ESTRUTURA (m) : 7.9000
 PASSO DO BRAÇO DA ESTRUTURA (m) : 1.0000
 BRAÇO MÁXIMO DA ESTRUTURA (m) : 7.9000
 ESPESSURA DA ESTRUTURA (m) : 3.0000
 FATOR MULTPL. CURVA SUPORTABILIDADE (p.u.) : 1.0000
 RIS MÍNIMO (p.u.) : 0.9000
 PASSO DE RIS (p.u.) : 0.1000
 RIS MÁXIMO (p.u.) : 0.9000
 DESVIO PADRÃO SUPORTABILIDADE (p.u.) : 0.0500
 DESVIO PADRÃO SOLICITAÇÃO (p.u.) : 0.0500

SOLICITAÇÃO (kV) X No.DE GAPS SUJEITOS À SOLICITAÇÃO:
 858.00 100.00

RELAÇÃO VÃO PESO/VÃO VENTO (p.u.) : 0.7000

DENSIDADE ABSOLUTA DO AR (kg/m) : 1.1120

HISTOGRAMA DE VELOCIDADES HORÁRIA DO VENTO :

| FREQUÊNCIA ABSOLUTA | VELOCIDADE VENTO (m/s) | FATOR EFETIVIDADE (p.u.) | ÂNGULO BALANÇO (Graus) |
|---------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1 | 25.84 | 0.361 | 22.17 |

NÚMERO DE PONTOS DO HISTOGRAMA : 1

RESULTADOS PARA RIS IGUAL A : 0.90

| BRAÇO (m) | RISCO LATERAL (p.u.) | RISCO TOTAL (p.u.) |
|-----------|----------------------|--------------------|
| 7.9000 | 0.000E+000 | 6.325E-007 |

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 42 de 143 |

ANEXO 1B – LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CD

 * PROGRAMA RISMAN MARTE ENGENHARIA LTDA. *
 * LT 525 KV AREIA – JOINVILLE DO SUL CD (UM CIRCUITO) *

DIÂMETRO DO CABO CONDUTOR (cm): 2.9340
 PESO LINEAR DO CABO CONDUTOR (kg/m): 1.4050
 ESP. HORIZ. ENTRE OS CONDUTORES DO FEIXE (m): 0.4570
 ESP. VERT. ENTRE OS CONDUTORES DO FEIXE (m): 0.4570
 DIST. ESTRUT. SUPER./FIXAÇÃO ISOL. (m): 0.1000
 COMPRIMENTO DE BALANÇO CADEIA ISOL+FERR (m): 4.7000
 ÂNGULO ESTRUTURA SUPERIOR/HORIZONTAL (Graus): 0.0000
 ÂNGULO ESTRUTURA LATERAL/VERTICAL (Graus): 0.0000
 BRAÇO MÍNIMO DA ESTRUTURA (m) : 6.7000
 PASSO DO BRAÇO DA ESTRUTURA (m) : 1.0000
 BRAÇO MÁXIMO DA ESTRUTURA (m) : 6.7000
 ESPESSURA DA ESTRUTURA (m) : 3.0000
 FATOR MULTPL. CURVA SUPORTABILIDADE (p.u.) : 1.0000
 RIS MÍNIMO (p.u.) : 0.9000
 PASSO DE RIS (p.u.) : 0.1000
 RIS MÁXIMO (p.u.) : 0.9000
 DESVIO PADRÃO SUPORTABILIDADE (p.u.) : 0.0500
 DESVIO PADRÃO SOLICITAÇÃO (p.u.) : 0.0500

SOLICITAÇÃO (kV) X No.DE GAPS SUJEITOS À SOLICITAÇÃO:
 858.00 100.00

RELAÇÃO VÃO PESO/VÃO VENTO (p.u.) : 0.7000

DENSIDADE ABSOLUTA DO AR (kg/m) : 1.1120

HISTOGRAMA DE VELOCIDADES HORÁRIA DO VENTO :

| FREQUÊNCIA ABSOLUTA | VELOCIDADE VENTO (m/s) | FATOR EFETIVIDADE (p.u.) | ÂNGULO BALANÇO (Graus) |
|---------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1 | 26.17 | 0.358 | 22.52 |

NÚMERO DE PONTOS DO HISTOGRAMA : 1

RESULTADOS PARA RIS IGUAL A : 0.90

| BRAÇO (m) | RISCO LATERAL (p.u.) | RISCO TOTAL (p.u.) |
|-----------|----------------------|--------------------|
| 6.7000 | 1.545E-007 | 8.635E-007 |

* PROGRAMA RISMAN MARTE ENGENHARIA LTDA. *
* LT 525 KV AREIA - JOINVILLE DO SUL CD (DOIS CIRCUITOS) *

DIÂMETRO DO CABO CONDUTOR (cm): 2.9340
 PESO LINEAR DO CABO CONDUTOR (kg/m): 1.4050
 ESP. HORIZ. ENTRE OS CONDUTORES DO FEIXE (m): 0.4570
 ESP. VERT. ENTRE OS CONDUTORES DO FEIXE (m): 0.4570
 DIST. ESTRUT. SUPER./FIXAÇÃO ISOL. (m): 0.1000
 COMPRIMENTO DE BALANÇO CADEIA ISOL+FERR (m): 4.7000
 ÂNGULO ESTRUTURA SUPERIOR/HORIZONTAL (Graus): 0.0000
 ÂNGULO ESTRUTURA LATERAL/VERTICAL (Graus): 0.0000
 BRAÇO MÍNIMO DA ESTRUTURA (m) : 6.7000
 PASSO DO BRAÇO DA ESTRUTURA (m) : 1.0000
 BRAÇO MÁXIMO DA ESTRUTURA (m) : 6.7000
 ESPESSURA DA ESTRUTURA (m) : 3.0000
 FATOR MULTPL. CURVA SUPORTABILIDADE (p.u.) : 1.0000
 RIS MÍNIMO (p.u.) : 0.9000
 PASSO DE RIS (p.u.) : 0.1000
 RIS MÁXIMO (p.u.) : 0.9000
 DESVIO PADRÃO SUPORTABILIDADE (p.u.) : 0.0500
 DESVIO PADRÃO SOLICITAÇÃO (p.u.) : 0.0500

SOLICITAÇÃO (KV) X No.DE GAPS SUJEITOS À SOLICITAÇÃO:
 858.00 100.00

RELAÇÃO VÃO PESO/VÃO VENTO (p.u.) : 0.7000

DENSIDADE ABSOLUTA DO AR (kg/m) : 1.1120

HISTOGRAMA DE VELOCIDADES HORÁRIA DO VENTO :

| FREQUÊNCIA ABSOLUTA | VELOCIDADE VENTO (m/s) | FATOR EFETIVIDADE (p.u.) | ÂNGULO BALANÇO (Graus) |
|---------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1 | 0.00 | 2.720 | 0.00 |

NÚMERO DE PONTOS DO HISTOGRAMA : 1

RESULTADOS PARA RIS IGUAL A : 0.90

| BRAÇO (m) | RISCO LATERAL (p.u.) | RISCO TOTAL (p.u.) |
|-----------|----------------------|--------------------|
| 6.7000 | 0.000E+000 | 1.018E-008 |

ANEXO 1C – LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

 * PROGRAMA RISMAN MARTE ENGENHARIA LTDA. *
 * LT 525 KV JOINVILLE DO SUL - ITAJAÍ 2 CS *

DIÂMETRO DO CABO CONDUTOR (cm): 2.9340
 PESO LINEAR DO CABO CONDUTOR (kg/m): 1.4050
 ESP. HORIZ. ENTRE OS CONDUTORES DO FEIXE (m): 0.4570
 ESP. VERT. ENTRE OS CONDUTORES DO FEIXE (m): 0.4570
 DIST. ESTRUT. SUPER./FIXAÇÃO ISOL. (m): 0.1000
 COMPRIMENTO DE BALANÇO CADEIA ISOL+FERR (m): 4.7000
 ÂNGULO ESTRUTURA SUPERIOR/HORIZONTAL (Graus): 0.0000
 ÂNGULO ESTRUTURA LATERAL/VERTICAL (Graus): 33.0000
 BRAÇO MÍNIMO DA ESTRUTURA (m) : 7.9000
 PASSO DO BRAÇO DA ESTRUTURA (m) : 1.0000
 BRAÇO MÁXIMO DA ESTRUTURA (m) : 7.9000
 ESPESSURA DA ESTRUTURA (m) : 3.0000
 FATOR MULTPL. CURVA SUPORTABILIDADE (p.u.) : 1.0000
 RIS MÍNIMO (p.u.) : 0.9700
 PASSO DE RIS (p.u.) : 0.1000
 RIS MÁXIMO (p.u.) : 0.9700
 DESVIO PADRÃO SUPORTABILIDADE (p.u.) : 0.0500
 DESVIO PADRÃO SOLICITAÇÃO (p.u.) : 0.0500

SOLICITAÇÃO (kV) X No.DE GAPS SUJEITOS À SOLICITAÇÃO:
 858.00 100.00

RELAÇÃO VÃO PESO/VÃO VENTO (p.u.) : 0.7000

DENSIDADE ABSOLUTA DO AR (kg/m) : 1.1960

HISTOGRAMA DE VELOCIDADES HORÁRIA DO VENTO :

| FREQUÊNCIA ABSOLUTA | VELOCIDADE VENTO (m/s) | FATOR EFETIVIDADE (p.u.) | ÂNGULO BALANÇO (Graus) |
|---------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1 | 25.84 | 0.361 | 23.67 |

NÚMERO DE PONTOS DO HISTOGRAMA : 1

RESULTADOS PARA RIS IGUAL A : 0.97

| BRAÇO (m) | RISCO LATERAL (p.u.) | RISCO TOTAL (p.u.) |
|-----------|----------------------|--------------------|
| 7.9000 | 0.000E+000 | 3.346E-008 |

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 45 de 143 |

ANEXO 1D – LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

* PROGRAMA RISMAN MARTE ENGENHARIA LTDA. *
* LT 525 KV JOINVILLE DO SUL - ITAJAÍ 2 CD (UM CIRCUITO) *

DIÂMETRO DO CABO CONDUTOR (cm): 2.9340
 PESO LINEAR DO CABO CONDUTOR (kg/m): 1.4050
 ESP. HORIZ. ENTRE OS CONDUTORES DO FEIXE (m): 0.4570
 ESP. VERT. ENTRE OS CONDUTORES DO FEIXE (m): 0.4570
 DIST. ESTRUT. SUPER./FIXAÇÃO ISOL. (m): 0.1000
 COMPRIMENTO DE BALANÇO CADEIA ISOL+FERR (m): 4.7000
 ÂNGULO ESTRUTURA SUPERIOR/HORIZONTAL (Graus): 0.0000
 ÂNGULO ESTRUTURA LATERAL/VERTICAL (Graus): 0.0000
 BRAÇO MÍNIMO DA ESTRUTURA (m) : 6.8000
 PASSO DO BRAÇO DA ESTRUTURA (m) : 1.0000
 BRAÇO MÁXIMO DA ESTRUTURA (m) : 6.8000
 ESPESSURA DA ESTRUTURA (m) : 3.0000
 FATOR MULTPL. CURVA SUPORTABILIDADE (p.u.) : 1.0000
 RIS MÍNIMO (p.u.) : 0.9700
 PASSO DE RIS (p.u.) : 0.1000
 RIS MÁXIMO (p.u.) : 0.9700
 DESVIO PADRÃO SUPORTABILIDADE (p.u.) : 0.0500
 DESVIO PADRÃO SOLICITAÇÃO (p.u.) : 0.0500

SOLICITAÇÃO (kV) X No.DE GAPS SUJEITOS À SOLICITAÇÃO:
 858.00 100.00

RELAÇÃO VÃO PESO/VÃO VENTO (p.u.) : 0.7000

DENSIDADE ABSOLUTA DO AR (kg/m) : 1.1960

HISTOGRAMA DE VELOCIDADES HORÁRIA DO VENTO :

| FREQUÊNCIA ABSOLUTA | VELOCIDADE VENTO (m/s) | FATOR EFETIVIDADE (p.u.) | ÂNGULO BALANÇO (Graus) |
|---------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1 | 26.17 | 0.358 | 24.03 |

NÚMERO DE PONTOS DO HISTOGRAMA : 1

RESULTADOS PARA RIS IGUAL A : 0.97

| BRAÇO (m) | RISCO LATERAL (p.u.) | RISCO TOTAL (p.u.) |
|-----------|----------------------|--------------------|
| 6.8000 | 6.200E-009 | 4.416E-008 |

 * PROGRAMA RISMAN MARTE ENGENHARIA LTDA. *
 * LT 525 KV JOINVILLE DO SUL - ITAJAÍ 2 CD (DOIS CIRCUITOS) *

DIÂMETRO DO CABO CONDUTOR (cm): 2.9340
 PESO LINEAR DO CABO CONDUTOR (kg/m): 1.4050
 ESP. HORIZ. ENTRE OS CONDUTORES DO FEIXE (m): 0.4570
 ESP. VERT. ENTRE OS CONDUTORES DO FEIXE (m): 0.4570
 DIST. ESTRUT. SUPER./FIXAÇÃO ISOL. (m): 0.1000
 COMPRIMENTO DE BALANÇO CADEIA ISOL+FERR (m): 4.7000
 ÂNGULO ESTRUTURA SUPERIOR/HORIZONTAL (Graus): 0.0000
 ÂNGULO ESTRUTURA LATERAL/VERTICAL (Graus): 0.0000
 BRAÇO MÍNIMO DA ESTRUTURA (m) : 6.8000
 PASSO DO BRAÇO DA ESTRUTURA (m) : 1.0000
 BRAÇO MÁXIMO DA ESTRUTURA (m) : 6.8000
 ESPESSURA DA ESTRUTURA (m) : 3.0000
 FATOR MULTPL. CURVA SUPORTABILIDADE (p.u.) : 1.0000
 RIS MÍNIMO (p.u.) : 0.9700
 PASSO DE RIS (p.u.) : 0.1000
 RIS MÁXIMO (p.u.) : 0.9700
 DESVIO PADRÃO SUPORTABILIDADE (p.u.) : 0.0500
 DESVIO PADRÃO SOLICITAÇÃO (p.u.) : 0.0500

SOLICITAÇÃO (kV) X No.DE GAPS SUJEITOS À SOLICITAÇÃO:
 858.00 100.00

RELAÇÃO VÃO PESO/VÃO VENTO (p.u.) : 0.7000

DENSIDADE ABSOLUTA DO AR (kg/m) : 1.1960

HISTOGRAMA DE VELOCIDADES HORÁRIA DO VENTO :

| FREQUÊNCIA ABSOLUTA | VELOCIDADE VENTO (m/s) | FATOR EFETIVIDADE (p.u.) | ÂNGULO BALANÇO (Graus) |
|---------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1 | 0.00 | 2.720 | 0.00 |

NÚMERO DE PONTOS DO HISTOGRAMA : 1

RESULTADOS PARA RIS IGUAL A : 0.97

| BRAÇO (m) | RISCO LATERAL (p.u.) | RISCO TOTAL (p.u.) |
|-----------|----------------------|--------------------|
| 6.8000 | 0.000E+000 | 3.506E-010 |

ANEXO 1E – LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

 * PROGRAMA RISMAN MARTE ENGENHARIA LTDA. 18/01/2019 *
 * LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS *

DIÂMETRO DO CABO CONDUTOR (cm): 2.9340
 PESO LINEAR DO CABO CONDUTOR (kg/m): 1.4050
 ESP. HORIZ. ENTRE OS CONDUTORES DO FEIXE (m): 0.4570
 ESP. VERT. ENTRE OS CONDUTORES DO FEIXE (m): 0.4570
 DIST. ESTRUT. SUPER./FIXAÇÃO ISOL. (m): 0.1000
 COMPRIMENTO DE BALANÇO CADEIA ISOL+FERR (m): 4.7000
 ÂNGULO ESTRUTURA SUPERIOR/HORIZONTAL (Graus): 0.0000
 ÂNGULO ESTRUTURA LATERAL/VERTICAL (Graus): 33.0000
 BRAÇO MÍNIMO DA ESTRUTURA (m) : 7.9000
 PASSO DO BRAÇO DA ESTRUTURA (m) : 1.0000
 BRAÇO MÁXIMO DA ESTRUTURA (m) : 7.9000
 ESPESSURA DA ESTRUTURA (m) : 3.0000
 FATOR MULTPL. CURVA SUPORTABILIDADE (p.u.) : 1.0000
 RIS MÍNIMO (p.u.) : 0.9400
 PASSO DE RIS (p.u.) : 0.1000
 RIS MÁXIMO (p.u.) : 0.9400
 DESVIO PADRÃO SUPORTABILIDADE (p.u.) : 0.0500
 DESVIO PADRÃO SOLICITAÇÃO (p.u.) : 0.0500

SOLICITAÇÃO (kV) X No.DE GAPS SUJEITOS À SOLICITAÇÃO:
 858.00 100.00

RELAÇÃO VÃO PESO/VÃO VENTO (p.u.) : 0.7000

DENSIDADE ABSOLUTA DO AR (kg/m) : 1.1860

HISTOGRAMA DE VELOCIDADES HORÁRIA DO VENTO :

| FREQUÊNCIA ABSOLUTA | VELOCIDADE VENTO (m/s) | FATOR EFETIVIDADE (p.u.) | ÂNGULO BALANÇO (Graus) |
|---------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1 | 25.84 | 0.361 | 23.49 |

NÚMERO DE PONTOS DO HISTOGRAMA : 1

RESULTADOS PARA RIS IGUAL A : 0.94

| BRAÇO (m) | RISCO LATERAL (p.u.) | RISCO TOTAL (p.u.) |
|-----------|----------------------|--------------------|
| 7.9000 | 0.000E+000 | 1.375E-007 |

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 48 de 143 |

ANEXO 1F – LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD

 * PROGRAMA RISMAN MARTE ENGENHARIA LTDA. *
 * LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD (UM CIRCUITO) *

DIÂMETRO DO CABO CONDUTOR (cm): 2.9340
 PESO LINEAR DO CABO CONDUTOR (kg/m): 1.4050
 ESP. HORIZ. ENTRE OS CONDUTORES DO FEIXE (m): 0.4570
 ESP. VERT. ENTRE OS CONDUTORES DO FEIXE (m): 0.4570
 DIST. ESTRUT. SUPER./FIXAÇÃO ISOL. (m): 0.1000
 COMPRIMENTO DE BALANÇO CADEIA ISOL+FERR (m): 4.7000
 ÂNGULO ESTRUTURA SUPERIOR/HORIZONTAL (Graus): 0.0000
 ÂNGULO ESTRUTURA LATERAL/VERTICAL (Graus): 0.0000
 BRAÇO MÍNIMO DA ESTRUTURA (m) : 6.7000
 PASSO DO BRAÇO DA ESTRUTURA (m) : 1.0000
 BRAÇO MÁXIMO DA ESTRUTURA (m) : 6.7000
 ESPESSURA DA ESTRUTURA (m) : 3.0000
 FATOR MULTPL. CURVA SUPORTABILIDADE (p.u.) : 1.0000
 RIS MÍNIMO (p.u.) : 0.9400
 PASSO DE RIS (p.u.) : 0.1000
 RIS MÁXIMO (p.u.) : 0.9400
 DESVIO PADRÃO SUPORTABILIDADE (p.u.) : 0.0500
 DESVIO PADRÃO SOLICITAÇÃO (p.u.) : 0.0500

SOLICITAÇÃO (kV) X No.DE GAPS SUJEITOS À SOLICITAÇÃO:
 858.00 100.00

RELAÇÃO VÃO PESO/VÃO VENTO (p.u.) : 0.7000

DENSIDADE ABSOLUTA DO AR (kg/m) : 1.1860

HISTOGRAMA DE VELOCIDADES HORÁRIA DO VENTO :

| FREQUÊNCIA ABSOLUTA | VELOCIDADE VENTO (m/s) | FATOR EFETIVIDADE (p.u.) | ÂNGULO BALANÇO (Graus) |
|---------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1 | 26.17 | 0.358 | 23.85 |

NÚMERO DE PONTOS DO HISTOGRAMA : 1

RESULTADOS PARA RIS IGUAL A : 0.94

| BRAÇO (m) | RISCO LATERAL (p.u.) | RISCO TOTAL (p.u.) |
|-----------|----------------------|--------------------|
| 6.7000 | 6.048E-008 | 2.163E-007 |

* PROGRAMA RISMAN MARTE ENGENHARIA LTDA. *
* LT 525 KV ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU CD (DOIS CIRCUITOS) *

DIÂMETRO DO CABO CONDUTOR (cm): 2.9340
 PESO LINEAR DO CABO CONDUTOR (kg/m): 1.4050
 ESP. HORIZ. ENTRE OS CONDUTORES DO FEIXE (m): 0.4570
 ESP. VERT. ENTRE OS CONDUTORES DO FEIXE (m): 0.4570
 DIST. ESTRUT. SUPER./FIXAÇÃO ISOL. (m): 0.1000
 COMPRIMENTO DE BALANÇO CADEIA ISOL+FERR (m): 4.7000
 ÂNGULO ESTRUTURA SUPERIOR/HORIZONTAL (Graus): 0.0000
 ÂNGULO ESTRUTURA LATERAL/VERTICAL (Graus): 0.0000
 BRAÇO MÍNIMO DA ESTRUTURA (m) : 6.7000
 PASSO DO BRAÇO DA ESTRUTURA (m) : 1.0000
 BRAÇO MÁXIMO DA ESTRUTURA (m) : 6.7000
 ESPESSURA DA ESTRUTURA (m) : 3.0000
 FATOR MULTPL. CURVA SUPORTABILIDADE (p.u.) : 1.0000
 RIS MÍNIMO (p.u.) : 0.9400
 PASSO DE RIS (p.u.) : 0.1000
 RIS MÁXIMO (p.u.) : 0.9400
 DESVIO PADRÃO SUPORTABILIDADE (p.u.) : 0.0500
 DESVIO PADRÃO SOLICITAÇÃO (p.u.) : 0.0500

SOLICITAÇÃO (kV) X No.DE GAPS SUJEITOS À SOLICITAÇÃO:
 858.00 100.00

RELAÇÃO VÃO PESO/VÃO VENTO (p.u.) : 0.7000

DENSIDADE ABSOLUTA DO AR (kg/m) : 1.1860

HISTOGRAMA DE VELOCIDADES HORÁRIA DO VENTO :

| FREQUÊNCIA ABSOLUTA | VELOCIDADE VENTO (m/s) | FATOR EFETIVIDADE (p.u.) | ÂNGULO BALANÇO (Graus) |
|---------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1 | 0.00 | 2.720 | 0.00 |

NÚMERO DE PONTOS DO HISTOGRAMA : 1

RESULTADOS PARA RIS IGUAL A : 0.94

| BRAÇO (m) | RISCO LATERAL (p.u.) | RISCO TOTAL (p.u.) |
|-----------|----------------------|--------------------|
| 6.7000 | 0.000E+000 | 1.470E-009 |

ANEXO 2 – RISCOS DE FALHA FASE-FASE

| | |
|--|-----------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 51 de 143 |

ANEXO 2A – LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL

* RISCO DE FALHA FASE - FASE *

* METODOLOGIA: *

* TRANSMISSION LINE REFERENCE BOOK 200 KV AND ABOVE, 3ND EDITION, 2005 *

TENSÃO DE REFERÊNCIA V = 449,1 KV

$$V = 550 \cdot \sqrt{2} / \sqrt{3}$$

SOBRETENSÃO FASE-FASE VFF50% = 2,3 P.U.

DESVIO PADRÃO SOBRETENSÕES FASE-FASE σ_S = 0,05

CORREÇÃO PARA CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS PADRÃO $FCA_{man}^{90\%}$ = 0,90

SOBRETENSÃO MÁXIMA FASE-FASE S2 = 2,81 P.U.

$$S2 = (VFF50\% + 2 \times \sigma_S \times VFF50\%) / FCA_{man}^{90\%}$$

DESVIO PADRÃO SUPORTABILIDADE σ = 0,03

ESPAÇAMENTOS SUBMETIDOS AO SURTO N = 1000

RISCO DE FALHA = 1×10^{-4}

FATOR R = 1,21

SUPPORTABILIDADE (V50%), EM PU CFO (PU) = 3,40 P.U.

$$CFO(PU) = R \times S2$$

SUPPORTABILIDADE (V50%), EM KV CFO (KV) = 1527,5 KV

$$CFO(KV) = V \times CFO(PU)$$

SUPPORTABILIDADE, VALOR ADOTADO, EM KV CFO (KV) = 1530 KV

ESPAÇAMENTO FASE-FASE MÍNIMO, PARA $\alpha = 0,5$ EFF MIN = 3,15 M

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 52 de 143 |

ANEXO 2B – LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2

* RISCO DE FALHA FASE - FASE *

* METODOLOGIA: *

* TRANSMISSION LINE REFERENCE BOOK 200 KV AND ABOVE, 3ND EDITION, 2005 *

TENSÃO DE REFERÊNCIA V = 449,1 KV

$$V = 550 \cdot \sqrt{2} / \sqrt{3}$$

SOBRETENSÃO FASE-FASE VFF50% = 2,3 P.U.

DESVIO PADRÃO SOBRETENSÕES FASE-FASE σ_S = 0,05

CORREÇÃO PARA CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS PADRÃO $FCA_{man}^{90\%}$ = 0,97

SOBRETENSÃO MÁXIMA FASE-FASE S2 = 2,61 P.U.

$$S2 = (VFF50\% + 2 \times \sigma_S \times VFF50\%) / FCA_{man}^{90\%}$$

DESVIO PADRÃO SUPORTABILIDADE σ = 0,03

ESPAÇAMENTOS SUBMETIDOS AO SURTO N = 1000

RISCO DE FALHA = 1×10^{-4}

FATOR R = 1,21

SUPPORTABILIDADE (V50%), EM PU CFO (PU) = 3,16 P.U.

$$CFO(PU) = R \times S2$$

SUPPORTABILIDADE (V50%), EM KV CFO (KV) = 1417,27 KV

$$CFO(KV) = V \times CFO(PU)$$

SUPPORTABILIDADE, VALOR ADOTADO, EM KV CFO (KV) = 1450 KV

ESPAÇAMENTO FASE-FASE MÍNIMO, PARA $\alpha = 0,5$ EFF MIN = 2,85 M

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 53 de 143 |

ANEXO 2C – LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU

* RISCO DE FALHA FASE - FASE *

* METODOLOGIA: *

* TRANSMISSION LINE REFERENCE BOOK 200 KV AND ABOVE, 3ND EDITION, 2005 *

TENSÃO DE REFERÊNCIA V = 449,1 KV

$$V = 550 \cdot \sqrt{2} / \sqrt{3}$$

SOBRETENSÃO FASE-FASE VFF50% = 2,3 P.U.

DESVIO PADRÃO SOBRETENSÕES FASE-FASE σ_S = 0,05

CORREÇÃO PARA CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS PADRÃO $FCA_{man}^{90\%}$ = 0,94

SOBRETENSÃO MÁXIMA FASE-FASE S2 = 2,69 P.U.

$$S2 = (VFF50\% + 2 \times \sigma_S \times VFF50\%) / FCA_{man}^{90\%}$$

DESVIO PADRÃO SUPORTABILIDADE σ = 0,03

ESPAÇAMENTOS SUBMETIDOS AO SURTO N = 100

RISCO DE FALHA = 1×10^{-4}

FATOR R = 1,18

SUPPORTABILIDADE (V50%), EM PU CFO (PU) = 3,18 P.U.

$$CFO(PU) = R \times S2$$

SUPPORTABILIDADE (V50%), EM KV CFO (KV) = 1426,24 KV

$$CFO(KV) = V \times CFO(PU)$$

SUPPORTABILIDADE, VALOR ADOTADO, EM KV CFO (KV) = 1450 KV

ESPAÇAMENTO FASE-FASE MÍNIMO, PARA $\alpha = 0,5$ EFF MIN = 2,85 M

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 54 de 143 |

ANEXO 3 – RELATÓRIO DE SAÍDA – PROGRAMA FLASH

| | |
|--|-----------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 55 de 143 |

ANEXO 3A – LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CS

----- S H I E L D I N G C A L C U L A T I O N -----

Value of BETA used = .8999999761581421
 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 1 IS 18.74 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 1 IS 6.94 DEGREES

 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 2 IS 12.17 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 2 IS -38.15 DEGREES

 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 3 IS 18.74 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 3 IS 6.94 DEGREES

----- B A C K F L A S H C A L C U L A T I O N -----

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.
 Tower WAVE IMPEDANCE = 36.34089279174805 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3709 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.50 |
| 2 | 0.5328 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.86 |
| 3 | 0.3709 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.50 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.00 |

 Footing RESISTANCE = 20 Ohms.
 Tower WAVE IMPEDANCE = 36.34089279174805 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3709 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.50 |
| 2 | 0.5328 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.86 |
| 3 | 0.3709 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.50 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.00 |

 Footing RESISTANCE = 20 Ohms.
 Tower WAVE IMPEDANCE = 36.34089279174805 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3709 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.50 |
| 2 | 0.5328 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.86 |
| 3 | 0.3709 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.50 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 56 de 143 |

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.00 |

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.
Tower WAVE IMPEDANCE = 36.34089279174805 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3709 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.50 |
| 2 | 0.5328 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.86 |
| 3 | 0.3709 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.50 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.00 |

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.
Tower WAVE IMPEDANCE = 36.34089279174805 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3709 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.50 |
| 2 | 0.5328 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.86 |
| 3 | 0.3709 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.50 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.00 |

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.
Tower WAVE IMPEDANCE = 36.34089279174805 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3709 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.50 |
| 2 | 0.5328 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.86 |
| 3 | 0.3709 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.50 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.00 |

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.
Tower WAVE IMPEDANCE = 36.34089279174805 Ohms.

| | | |
|--|--|-----------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | | Rev. 0 |
| | | Folha 57 de 143 |

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3709 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.50 |
| 2 | 0.5328 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.86 |
| 3 | 0.3709 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.50 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.00 |

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 36.34089279174805 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3709 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.50 |
| 2 | 0.5328 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.86 |
| 3 | 0.3709 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.50 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.00 |

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 36.34089279174805 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3709 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.50 |
| 2 | 0.5328 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.86 |
| 3 | 0.3709 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.50 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.00 |

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 36.34089279174805 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3709 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.50 |
| 2 | 0.5328 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.86 |
| 3 | 0.3709 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.50 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| | | |
|--|--|-----------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | | Rev. 0 |
| | | Folha 58 de 143 |

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.00 |

 ----- F I N A L R E S U L T S -----

THE BACKFLASHOVER RATE = 0.6700 FLASHOVERS/100 KM
 = 1.0700 FLASHOVERS/100 MI

THE SHIELDING FAILURE
 FLASHOVER RATE = 0.0000 FLASHOVERS/100 KM
 = 0.0000 FLASHOVERS/100 MI

TOTAL FLASHOVER RATE = 0.6700 FLASHOVERS/100 KM
 = 1.0700 FLASHOVERS/100 MI

| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 59 de 143 |

ANEXO 3B – LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CD

----- S H I E L D I N G C A L C U L A T I O N -----

Value of BETA used = .8999999761581421
 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 1 IS 6.05 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 1 IS -23.13 DEGREES

 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 2 IS 15.19 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 2 IS -14.32 DEGREES

 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 3 IS 15.93 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 3 IS 5.69 DEGREES

 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 4 IS 15.93 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 4 IS 5.69 DEGREES

 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 5 IS 15.19 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 5 IS -14.32 DEGREES

 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 6 IS 6.05 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 6 IS -23.13 DEGREES

----- B A C K F L A S H C A L C U L A T I O N -----

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.
 Tower WAVE IMPEDANCE = 35.48579025268555 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5017 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.50 |
| 2 | 0.3491 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.68 | 241.79 |
| 3 | 0.3222 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.28 |
| 4 | 0.3222 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.28 |
| 5 | 0.3491 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.68 | 241.79 |
| 6 | 0.5017 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.50 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.69 |
| 4 | 33.3 | 205.43 |
| 5 | 27.8 | 212.57 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

 Footing RESISTANCE = 19 Ohms.
 Tower WAVE IMPEDANCE = 35.48579025268555 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5017 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.50 |
| 2 | 0.3491 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.68 | 241.79 |
| 3 | 0.3222 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.28 |
| 4 | 0.3222 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.28 |
| 5 | 0.3491 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.68 | 241.79 |
| 6 | 0.5017 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.50 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 60 de 143 |

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.69 |
| 4 | 33.3 | 205.43 |
| 5 | 27.8 | 212.57 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.48579025268555 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5017 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.50 |
| 2 | 0.3491 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.68 | 241.79 |
| 3 | 0.3222 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.28 |
| 4 | 0.3222 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.28 |
| 5 | 0.3491 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.68 | 241.79 |
| 6 | 0.5017 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.50 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.69 |
| 4 | 33.3 | 205.43 |
| 5 | 27.8 | 212.57 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.48579025268555 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5017 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.50 |
| 2 | 0.3491 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.68 | 241.79 |
| 3 | 0.3222 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.28 |
| 4 | 0.3222 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.28 |
| 5 | 0.3491 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.68 | 241.79 |
| 6 | 0.5017 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.50 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.69 |
| 4 | 33.3 | 205.43 |
| 5 | 27.8 | 212.57 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.48579025268555 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us | Insulator Voltage at 2 us | Flashover Voltage at 6 us | Insulator Voltage at 6 us | Critical Current |
|-----------|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|
|-----------|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|

| | | |
|--|--|-----------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | | Rev. 0 |
| | | Folha 61 de 143 |

| | | (kV) | (kV/kA) | (kV) | (kV/kA) | (kA) |
|---|--------|------|---------|------|---------|--------|
| 1 | 0.5017 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.50 |
| 2 | 0.3491 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.68 | 241.79 |
| 3 | 0.3222 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.28 |
| 4 | 0.3222 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.28 |
| 5 | 0.3491 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.68 | 241.79 |
| 6 | 0.5017 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.50 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.69 |
| 4 | 33.3 | 205.43 |
| 5 | 27.8 | 212.57 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.48579025268555 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5017 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.50 |
| 2 | 0.3491 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.68 | 241.79 |
| 3 | 0.3222 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.28 |
| 4 | 0.3222 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.28 |
| 5 | 0.3491 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.68 | 241.79 |
| 6 | 0.5017 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.50 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.69 |
| 4 | 33.3 | 205.43 |
| 5 | 27.8 | 212.57 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.48579025268555 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5017 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.50 |
| 2 | 0.3491 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.68 | 241.79 |
| 3 | 0.3222 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.28 |
| 4 | 0.3222 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.28 |
| 5 | 0.3491 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.68 | 241.79 |
| 6 | 0.5017 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.50 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.69 |
| 4 | 33.3 | 205.43 |
| 5 | 27.8 | 212.57 |

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 62 de 143 |

6

0.0

0.00

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.48579025268555 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5017 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.50 |
| 2 | 0.3491 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.68 | 241.79 |
| 3 | 0.3222 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.28 |
| 4 | 0.3222 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.28 |
| 5 | 0.3491 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.68 | 241.79 |
| 6 | 0.5017 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.50 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.69 |
| 4 | 33.3 | 205.43 |
| 5 | 27.8 | 212.57 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.48579025268555 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5017 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.50 |
| 2 | 0.3491 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.68 | 241.79 |
| 3 | 0.3222 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.28 |
| 4 | 0.3222 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.28 |
| 5 | 0.3491 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.68 | 241.79 |
| 6 | 0.5017 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.50 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.69 |
| 4 | 33.3 | 205.43 |
| 5 | 27.8 | 212.57 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.48579025268555 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5017 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.50 |
| 2 | 0.3491 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.68 | 241.79 |
| 3 | 0.3222 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.28 |
| 4 | 0.3222 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.28 |
| 5 | 0.3491 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.68 | 241.79 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B

COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO

Rev. 0

Folha 63 de 143

6 0.5017 3067 10.30 2188 6.65 297.50

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.69 |
| 4 | 33.3 | 205.43 |
| 5 | 27.8 | 212.57 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

 ----- F I N A L R E S U L T S -----

THE BACKFLASHOVER RATE = 0.9200 FLASHOVERS/100 KM
 = 1.4800 FLASHOVERS/100 MI

THE SHIELDING FAILURE
 FLASHOVER RATE = 0.0000 FLASHOVERS/100 KM
 = 0.0000 FLASHOVERS/100 MI

TOTAL FLASHOVER RATE = 0.9200 FLASHOVERS/100 KM
 = 1.4800 FLASHOVERS/100 MI

| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 64 de 143 |

ANEXO 3C – LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS

----- S H I E L D I N G C A L C U L A T I O N -----

Value of BETA used = .8999999761581421
 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 1 IS 18.83 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 1 IS 6.97 DEGREES

 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 2 IS 12.26 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 2 IS -38.39 DEGREES

 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 3 IS 18.83 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 3 IS 6.97 DEGREES

----- B A C K F L A S H C A L C U L A T I O N -----

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.
 Tower WAVE IMPEDANCE = 36.29589462280273 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3705 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.54 |
| 2 | 0.5326 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.95 |
| 3 | 0.3705 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.54 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.04 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.04 |

 Footing RESISTANCE = 20 Ohms.
 Tower WAVE IMPEDANCE = 36.29589462280273 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3705 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.54 |
| 2 | 0.5326 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.95 |
| 3 | 0.3705 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.54 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.04 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.04 |

 Footing RESISTANCE = 20 Ohms.
 Tower WAVE IMPEDANCE = 36.29589462280273 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3705 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.54 |
| 2 | 0.5326 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.95 |
| 3 | 0.3705 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.54 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 65 de 143 |

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.04 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.04 |

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.
Tower WAVE IMPEDANCE = 36.29589462280273 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3705 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.54 |
| 2 | 0.5326 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.95 |
| 3 | 0.3705 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.54 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.04 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.04 |

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.
Tower WAVE IMPEDANCE = 36.29589462280273 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3705 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.54 |
| 2 | 0.5326 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.95 |
| 3 | 0.3705 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.54 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.04 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.04 |

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.
Tower WAVE IMPEDANCE = 36.29589462280273 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3705 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.54 |
| 2 | 0.5326 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.95 |
| 3 | 0.3705 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.54 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.04 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.04 |

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.
Tower WAVE IMPEDANCE = 36.29589462280273 Ohms.

| | | |
|--|--|-----------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | | Rev. 0 |
| | | Folha 66 de 143 |

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3705 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.54 |
| 2 | 0.5326 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.95 |
| 3 | 0.3705 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.54 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.04 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.04 |

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 36.29589462280273 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3705 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.54 |
| 2 | 0.5326 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.95 |
| 3 | 0.3705 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.54 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.04 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.04 |

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 36.29589462280273 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3705 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.54 |
| 2 | 0.5326 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.95 |
| 3 | 0.3705 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.54 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.04 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.04 |

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 36.29589462280273 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3705 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.54 |
| 2 | 0.5326 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.95 |
| 3 | 0.3705 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.54 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| | | |
|--|--|-----------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | | Rev. 0 |
| | | Folha 67 de 143 |

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.04 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.04 |

 ----- F I N A L R E S U L T S -----

THE BACKFLASHOVER RATE = 0.6700 FLASHOVERS/100 KM
 = 1.0700 FLASHOVERS/100 MI

THE SHIELDING FAILURE
 FLASHOVER RATE = 0.0000 FLASHOVERS/100 KM
 = 0.0000 FLASHOVERS/100 MI

TOTAL FLASHOVER RATE = 0.6700 FLASHOVERS/100 KM
 = 1.0700 FLASHOVERS/100 MI

| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 68 de 143 |

ANEXO 3D – LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

----- S H I E L D I N G C A L C U L A T I O N -----

Value of BETA used = .8999999761581421
 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 1 IS 6.15 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 1 IS -23.29 DEGREES

 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 2 IS 15.29 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 2 IS -14.37 DEGREES

 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 3 IS 16.02 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 3 IS 5.71 DEGREES

 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 4 IS 16.02 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 4 IS 5.71 DEGREES

 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 5 IS 15.29 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 5 IS -14.37 DEGREES

 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 6 IS 6.15 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 6 IS -23.29 DEGREES

----- B A C K F L A S H C A L C U L A T I O N -----

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.
 Tower WAVE IMPEDANCE = 35.44295501708984 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5015 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.60 |
| 2 | 0.3488 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.69 | 241.82 |
| 3 | 0.3218 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.05 | 232.32 |
| 4 | 0.3218 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.05 | 232.32 |
| 5 | 0.3488 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.69 | 241.82 |
| 6 | 0.5015 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.60 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.73 |
| 4 | 33.3 | 205.47 |
| 5 | 27.8 | 212.61 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

 Footing RESISTANCE = 19 Ohms.
 Tower WAVE IMPEDANCE = 35.44295501708984 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5015 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.60 |
| 2 | 0.3488 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.69 | 241.82 |
| 3 | 0.3218 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.05 | 232.32 |
| 4 | 0.3218 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.05 | 232.32 |
| 5 | 0.3488 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.69 | 241.82 |
| 6 | 0.5015 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.60 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 69 de 143 |

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.73 |
| 4 | 33.3 | 205.47 |
| 5 | 27.8 | 212.61 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.44295501708984 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5015 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.60 |
| 2 | 0.3488 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.69 | 241.82 |
| 3 | 0.3218 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.05 | 232.32 |
| 4 | 0.3218 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.05 | 232.32 |
| 5 | 0.3488 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.69 | 241.82 |
| 6 | 0.5015 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.60 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.73 |
| 4 | 33.3 | 205.47 |
| 5 | 27.8 | 212.61 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.44295501708984 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5015 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.60 |
| 2 | 0.3488 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.69 | 241.82 |
| 3 | 0.3218 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.05 | 232.32 |
| 4 | 0.3218 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.05 | 232.32 |
| 5 | 0.3488 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.69 | 241.82 |
| 6 | 0.5015 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.60 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.73 |
| 4 | 33.3 | 205.47 |
| 5 | 27.8 | 212.61 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.44295501708984 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us | Insulator Voltage at 2 us | Flashover Voltage at 6 us | Insulator Voltage at 6 us | Critical Current |
|-----------|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|
|-----------|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|

| | | |
|--|--|-----------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | | Rev. 0 |
| | | Folha 70 de 143 |

| | | (kV) | (kV/kA) | (kV) | (kV/kA) | (kA) |
|---|--------|------|---------|------|---------|--------|
| 1 | 0.5015 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.60 |
| 2 | 0.3488 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.69 | 241.82 |
| 3 | 0.3218 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.05 | 232.32 |
| 4 | 0.3218 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.05 | 232.32 |
| 5 | 0.3488 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.69 | 241.82 |
| 6 | 0.5015 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.60 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.73 |
| 4 | 33.3 | 205.47 |
| 5 | 27.8 | 212.61 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.44295501708984 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage | Insulator Voltage | Flashover Voltage | Insulator Voltage | Critical Current |
|-----------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| | | at 2 us | at 2 us | at 6 us | at 6 us | |
| | | (kV) | (kV/kA) | (kV) | (kV/kA) | (kA) |
| 1 | 0.5015 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.60 |
| 2 | 0.3488 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.69 | 241.82 |
| 3 | 0.3218 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.05 | 232.32 |
| 4 | 0.3218 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.05 | 232.32 |
| 5 | 0.3488 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.69 | 241.82 |
| 6 | 0.5015 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.60 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.73 |
| 4 | 33.3 | 205.47 |
| 5 | 27.8 | 212.61 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.44295501708984 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage | Insulator Voltage | Flashover Voltage | Insulator Voltage | Critical Current |
|-----------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| | | at 2 us | at 2 us | at 6 us | at 6 us | |
| | | (kV) | (kV/kA) | (kV) | (kV/kA) | (kA) |
| 1 | 0.5015 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.60 |
| 2 | 0.3488 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.69 | 241.82 |
| 3 | 0.3218 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.05 | 232.32 |
| 4 | 0.3218 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.05 | 232.32 |
| 5 | 0.3488 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.69 | 241.82 |
| 6 | 0.5015 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.60 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.73 |
| 4 | 33.3 | 205.47 |
| 5 | 27.8 | 212.61 |

| | | |
|--|--|-----------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | | Rev. 0 |
| | | Folha 71 de 143 |

6

0.0

0.00

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.44295501708984 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5015 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.60 |
| 2 | 0.3488 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.69 | 241.82 |
| 3 | 0.3218 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.05 | 232.32 |
| 4 | 0.3218 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.05 | 232.32 |
| 5 | 0.3488 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.69 | 241.82 |
| 6 | 0.5015 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.60 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.73 |
| 4 | 33.3 | 205.47 |
| 5 | 27.8 | 212.61 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.44295501708984 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5015 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.60 |
| 2 | 0.3488 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.69 | 241.82 |
| 3 | 0.3218 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.05 | 232.32 |
| 4 | 0.3218 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.05 | 232.32 |
| 5 | 0.3488 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.69 | 241.82 |
| 6 | 0.5015 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.60 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.73 |
| 4 | 33.3 | 205.47 |
| 5 | 27.8 | 212.61 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.44295501708984 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5015 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.60 |
| 2 | 0.3488 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.69 | 241.82 |
| 3 | 0.3218 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.05 | 232.32 |
| 4 | 0.3218 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.05 | 232.32 |
| 5 | 0.3488 | 3067 | 12.68 | 2188 | 8.69 | 241.82 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1
LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B
COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO

Rev. 0

Folha 72 de 143

6 0.5015 3067 10.30 2188 6.65 297.60

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.73 |
| 4 | 33.3 | 205.47 |
| 5 | 27.8 | 212.61 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

 ----- F I N A L R E S U L T S -----

THE BACKFLASHOVER RATE = 0.9200 FLASHOVERS/100 KM
 = 1.4800 FLASHOVERS/100 MI

THE SHIELDING FAILURE
 FLASHOVER RATE = 0.0000 FLASHOVERS/100 KM
 = 0.0000 FLASHOVERS/100 MI

TOTAL FLASHOVER RATE = 0.9200 FLASHOVERS/100 KM
 = 1.4800 FLASHOVERS/100 MI

| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 73 de 143 |

ANEXO 3E – LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

----- S H I E L D I N G C A L C U L A T I O N -----

Value of BETA used = .8999999761581421
 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 1 IS 18.79 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 1 IS 6.96 DEGREES

 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 2 IS 12.22 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 2 IS -38.32 DEGREES

 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 3 IS 18.79 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 3 IS 6.96 DEGREES

----- B A C K F L A S H C A L C U L A T I O N -----

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.
 Tower WAVE IMPEDANCE = 36.31840515136719 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3707 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.52 |
| 2 | 0.5327 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.89 |
| 3 | 0.3707 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.52 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.02 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.02 |

 Footing RESISTANCE = 20 Ohms.
 Tower WAVE IMPEDANCE = 36.31840515136719 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3707 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.52 |
| 2 | 0.5327 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.89 |
| 3 | 0.3707 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.52 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.02 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.02 |

 Footing RESISTANCE = 20 Ohms.
 Tower WAVE IMPEDANCE = 36.31840515136719 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3707 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.52 |
| 2 | 0.5327 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.89 |
| 3 | 0.3707 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.52 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 74 de 143 |

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.02 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.02 |

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.
Tower WAVE IMPEDANCE = 36.31840515136719 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3707 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.52 |
| 2 | 0.5327 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.89 |
| 3 | 0.3707 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.52 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.02 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.02 |

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.
Tower WAVE IMPEDANCE = 36.31840515136719 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3707 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.52 |
| 2 | 0.5327 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.89 |
| 3 | 0.3707 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.52 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.02 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.02 |

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.
Tower WAVE IMPEDANCE = 36.31840515136719 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3707 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.52 |
| 2 | 0.5327 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.89 |
| 3 | 0.3707 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.52 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.02 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.02 |

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.
Tower WAVE IMPEDANCE = 36.31840515136719 Ohms.

| | | |
|--|--|-----------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | | Rev. 0 |
| | | Folha 75 de 143 |

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3707 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.52 |
| 2 | 0.5327 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.89 |
| 3 | 0.3707 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.52 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.02 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.02 |

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 36.31840515136719 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3707 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.52 |
| 2 | 0.5327 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.89 |
| 3 | 0.3707 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.52 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.02 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.02 |

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 36.31840515136719 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3707 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.52 |
| 2 | 0.5327 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.89 |
| 3 | 0.3707 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.52 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.02 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.02 |

Footing RESISTANCE = 20 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 36.31840515136719 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.3707 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.52 |
| 2 | 0.5327 | 3067 | 9.92 | 2188 | 6.57 | 308.89 |
| 3 | 0.3707 | 3067 | 12.85 | 2188 | 8.85 | 238.52 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| | | |
|--|--|-----------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | | Rev. 0 |
| | | Folha 76 de 143 |

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 50.0 | 221.02 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 50.0 | 221.02 |

 ----- F I N A L R E S U L T S -----

THE BACKFLASHOVER RATE = 0.6700 FLASHOVERS/100 KM
 = 1.0700 FLASHOVERS/100 MI

THE SHIELDING FAILURE
 FLASHOVER RATE = 0.0000 FLASHOVERS/100 KM
 = 0.0000 FLASHOVERS/100 MI

TOTAL FLASHOVER RATE = 0.6700 FLASHOVERS/100 KM
 = 1.0700 FLASHOVERS/100 MI

| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 77 de 143 |

ANEXO 3F – LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD

----- S H I E L D I N G C A L C U L A T I O N -----

Value of BETA used = .8999999761581421
 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 1 IS 6.11 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 1 IS -23.25 DEGREES

 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 2 IS 15.30 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 2 IS -14.32 DEGREES

 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 3 IS 15.98 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 3 IS 5.70 DEGREES

 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 4 IS 15.98 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 4 IS 5.70 DEGREES

 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 5 IS 15.30 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 5 IS -14.32 DEGREES

 THE SHIELD ANGLE REQUIRED FOR CONDUCTOR 6 IS 6.11 DEGREES
 THE ACTUAL SHIELD ANGLE FOR CONDUCTOR 6 IS -23.25 DEGREES

----- B A C K F L A S H C A L C U L A T I O N -----

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.
 Tower WAVE IMPEDANCE = 35.46438217163086 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5016 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.55 |
| 2 | 0.3483 | 3067 | 12.69 | 2188 | 8.69 | 241.63 |
| 3 | 0.3220 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.30 |
| 4 | 0.3220 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.30 |
| 5 | 0.3483 | 3067 | 12.69 | 2188 | 8.69 | 241.63 |
| 6 | 0.5016 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.55 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.71 |
| 4 | 33.3 | 205.45 |
| 5 | 27.8 | 212.43 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.
 Tower WAVE IMPEDANCE = 35.46438217163086 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5016 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.55 |
| 2 | 0.3483 | 3067 | 12.69 | 2188 | 8.69 | 241.63 |
| 3 | 0.3220 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.30 |
| 4 | 0.3220 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.30 |
| 5 | 0.3483 | 3067 | 12.69 | 2188 | 8.69 | 241.63 |
| 6 | 0.5016 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.55 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 78 de 143 |

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.71 |
| 4 | 33.3 | 205.45 |
| 5 | 27.8 | 212.43 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.46438217163086 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5016 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.55 |
| 2 | 0.3483 | 3067 | 12.69 | 2188 | 8.69 | 241.63 |
| 3 | 0.3220 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.30 |
| 4 | 0.3220 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.30 |
| 5 | 0.3483 | 3067 | 12.69 | 2188 | 8.69 | 241.63 |
| 6 | 0.5016 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.55 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.71 |
| 4 | 33.3 | 205.45 |
| 5 | 27.8 | 212.43 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.46438217163086 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5016 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.55 |
| 2 | 0.3483 | 3067 | 12.69 | 2188 | 8.69 | 241.63 |
| 3 | 0.3220 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.30 |
| 4 | 0.3220 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.30 |
| 5 | 0.3483 | 3067 | 12.69 | 2188 | 8.69 | 241.63 |
| 6 | 0.5016 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.55 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.71 |
| 4 | 33.3 | 205.45 |
| 5 | 27.8 | 212.43 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.46438217163086 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us | Insulator Voltage at 2 us | Flashover Voltage at 6 us | Insulator Voltage at 6 us | Critical Current |
|-----------|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|
|-----------|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|

| | | |
|--|--|-----------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | | Rev. 0 |
| | | Folha 79 de 143 |

| | | (kV) | (kV/kA) | (kV) | (kV/kA) | (kA) |
|---|--------|------|---------|------|---------|--------|
| 1 | 0.5016 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.55 |
| 2 | 0.3483 | 3067 | 12.69 | 2188 | 8.69 | 241.63 |
| 3 | 0.3220 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.30 |
| 4 | 0.3220 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.30 |
| 5 | 0.3483 | 3067 | 12.69 | 2188 | 8.69 | 241.63 |
| 6 | 0.5016 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.55 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.71 |
| 4 | 33.3 | 205.45 |
| 5 | 27.8 | 212.43 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.46438217163086 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5016 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.55 |
| 2 | 0.3483 | 3067 | 12.69 | 2188 | 8.69 | 241.63 |
| 3 | 0.3220 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.30 |
| 4 | 0.3220 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.30 |
| 5 | 0.3483 | 3067 | 12.69 | 2188 | 8.69 | 241.63 |
| 6 | 0.5016 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.55 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.71 |
| 4 | 33.3 | 205.45 |
| 5 | 27.8 | 212.43 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.46438217163086 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5016 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.55 |
| 2 | 0.3483 | 3067 | 12.69 | 2188 | 8.69 | 241.63 |
| 3 | 0.3220 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.30 |
| 4 | 0.3220 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.30 |
| 5 | 0.3483 | 3067 | 12.69 | 2188 | 8.69 | 241.63 |
| 6 | 0.5016 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.55 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.71 |
| 4 | 33.3 | 205.45 |
| 5 | 27.8 | 212.43 |

| | | |
|--|--|-----------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | | Rev. 0 |
| | | Folha 80 de 143 |

6

0.0

0.00

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.46438217163086 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5016 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.55 |
| 2 | 0.3483 | 3067 | 12.69 | 2188 | 8.69 | 241.63 |
| 3 | 0.3220 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.30 |
| 4 | 0.3220 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.30 |
| 5 | 0.3483 | 3067 | 12.69 | 2188 | 8.69 | 241.63 |
| 6 | 0.5016 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.55 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.71 |
| 4 | 33.3 | 205.45 |
| 5 | 27.8 | 212.43 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.46438217163086 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5016 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.55 |
| 2 | 0.3483 | 3067 | 12.69 | 2188 | 8.69 | 241.63 |
| 3 | 0.3220 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.30 |
| 4 | 0.3220 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.30 |
| 5 | 0.3483 | 3067 | 12.69 | 2188 | 8.69 | 241.63 |
| 6 | 0.5016 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.55 |

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.71 |
| 4 | 33.3 | 205.45 |
| 5 | 27.8 | 212.43 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

Footing RESISTANCE = 19 Ohms.

Tower WAVE IMPEDANCE = 35.46438217163086 Ohms.

| Cond. No. | Coupling Factor | Flashover Voltage at 2 us (kV) | Insulator Voltage at 2 us (kV/kA) | Flashover Voltage at 6 us (kV) | Insulator Voltage at 6 us (kV/kA) | Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | 0.5016 | 3067 | 10.30 | 2188 | 6.65 | 297.55 |
| 2 | 0.3483 | 3067 | 12.69 | 2188 | 8.69 | 241.63 |
| 3 | 0.3220 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.30 |
| 4 | 0.3220 | 3067 | 13.20 | 2188 | 9.04 | 232.30 |
| 5 | 0.3483 | 3067 | 12.69 | 2188 | 8.69 | 241.63 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B

COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO

Rev. 0

Folha 81 de 143

6 0.5016 3067 10.30 2188 6.65 297.55

The PROBABILITY of BACKFLASHOVER by each PHASE is:

| Cond. No. | Probability (%) | Average Critical Current (kA) |
|-----------|-----------------|-------------------------------|
| 1 | 0.0 | 0.00 |
| 2 | 0.0 | 0.00 |
| 3 | 38.9 | 207.71 |
| 4 | 33.3 | 205.45 |
| 5 | 27.8 | 212.43 |
| 6 | 0.0 | 0.00 |

 ----- F I N A L R E S U L T S -----

THE BACKFLASHOVER RATE = 0.9200 FLASHOVERS/100 KM
 = 1.4800 FLASHOVERS/100 MI

THE SHIELDING FAILURE
 FLASHOVER RATE = 0.0000 FLASHOVERS/100 KM
 = 0.0000 FLASHOVERS/100 MI

TOTAL FLASHOVER RATE = 0.9200 FLASHOVERS/100 KM
 = 1.4800 FLASHOVERS/100 MI

| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 82 de 143 |

ANEXO 4 – ESPAÇAMENTOS MÍNIMOS PARA MANUTENÇÃO EM LINHA VIVA

| | |
|--|-----------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 83 de 143 |

Table 441-3 - AC live work minimum approach distances for altitudes less than 900 m above sea level, where T has been determined according to Rule 441A4

| Maximum anticipated per-unit transient overvoltage | Distance to employee-phase-to-ground work with tools (m) | | | | | | | | |
|--|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--|
| | Maximum phase-to-phase voltage in kilovolts | | | | | | | | |
| | 72,6 a 121,0 | 121,1 a 145,0 | 145,1 a 169,0 | 169,1 a 242,0 | 242,1 a 362,0 | 362,1 a 420,0 | 420,1 a 550,0 | 550,1 a 800,0 | |
| 1,5 | 0,67 | 0,74 | 0,81 | 1,02 | 1,37 | 1,53 | 1,95 | 3,16 | |
| 1,6 | 0,69 | 0,76 | 0,84 | 1,06 | 1,44 | 1,62 | 2,11 | 3,46 | |
| 1,7 | 0,71 | 0,79 | 0,87 | 1,11 | 1,51 | 1,7 | 2,28 | 3,78 | |
| 1,8 | 0,74 | 0,82 | 0,90 | 1,16 | 1,58 | 1,78 | 2,45 | 4,12 | |
| 1,9 | 0,76 | 0,85 | 0,94 | 1,21 | 1,65 | 1,88 | 2,62 | 4,47 | |
| 2,0 | 0,78 | 0,88 | 0,97 | 1,25 | 1,72 | 1,99 | 2,81 | 4,83 | |
| 2,1 | 0,81 | 0,9 | 1,00 | 1,3 | 1,79 | 2,12 | 3,00 | 5,21 | |
| 2,2 | 0,83 | 0,93 | 1,03 | 1,35 | 1,87 | 2,24 | 3,20 | 5,61 | |
| 2,3 | 0,85 | 0,96 | 1,07 | 1,39 | 1,97 | 2,37 | 3,40 | 6,02 | |
| 2,4 | 0,88 | 0,99 | 1,10 | 1,44 | 2,08 | 2,5 | 3,62 | 6,44 | |
| 2,5 | 0,9 | 1,02 | 1,13 | 1,49 | 2,19 | 2,64 | 3,84 | 6,88 | |
| 2,6 | 0,92 | 1,04 | 1,17 | 1,53 | 2,29 | 2,78 | 4,07 | | |
| 2,7 | 0,95 | 1,07 | 1,20 | 1,58 | 2,41 | 2,93 | 4,31 | | |
| 2,8 | 0,97 | 1,10 | 1,23 | 1,63 | 2,52 | 3,07 | 4,56 | | |
| 2,9 | 0,99 | 1,13 | 1,26 | 1,67 | 2,64 | 3,23 | 4,81 | | |
| 3,0 | 1,02 | 1,16 | 1,30 | 1,72 | 2,76 | 3,38 | 5,07 | | |
| 3,1 | 1,04 | 1,19 | 1,33 | 1,77 | 2,88 | 3,55 | | | |
| 3,2 | 1,06 | 1,21 | 1,36 | 1,81 | 3,01 | 3,72 | | | |
| 3,3 | 1,09 | 1,24 | 1,39 | 1,88 | 3,14 | 3,89 | | | |
| 3,4 | 1,11 | 1,27 | 1,43 | 1,95 | 3,27 | 4,07 | | | |
| 3,5 | 1,13 | 1,30 | 1,46 | 2,01 | 3,41 | 4,25 | | | |

Fonte: Referência (7)

Table 441-6 - Altitude correction factor

| Altitude | | Fator de correção |
|----------------------|-----------------------|-------------------|
| (m) | (ft) | |
| Nível do mar até 900 | Nível do mar até 3000 | 1,00 |
| 901 até 1200 | 3001 até 4000 | 1,02 |
| 1201 até 1500 | 4001 até 5000 | 1,05 |
| 1501 até 1800 | 5001 até 6000 | 1,08 |
| 1801 até 2100 | 6001 até 7000 | 1,11 |
| 2101 até 2400 | 7001 até 8000 | 1,14 |
| 2401 até 2700 | 8001 até 9000 | 1,17 |
| 2701 até 3000 | 9001 até 10000 | 1,20 |
| 3001 até 3600 | 10001 até 12000 | 1,25 |
| 3601 até 4200 | 12001 até 14000 | 1,30 |

LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B

COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO

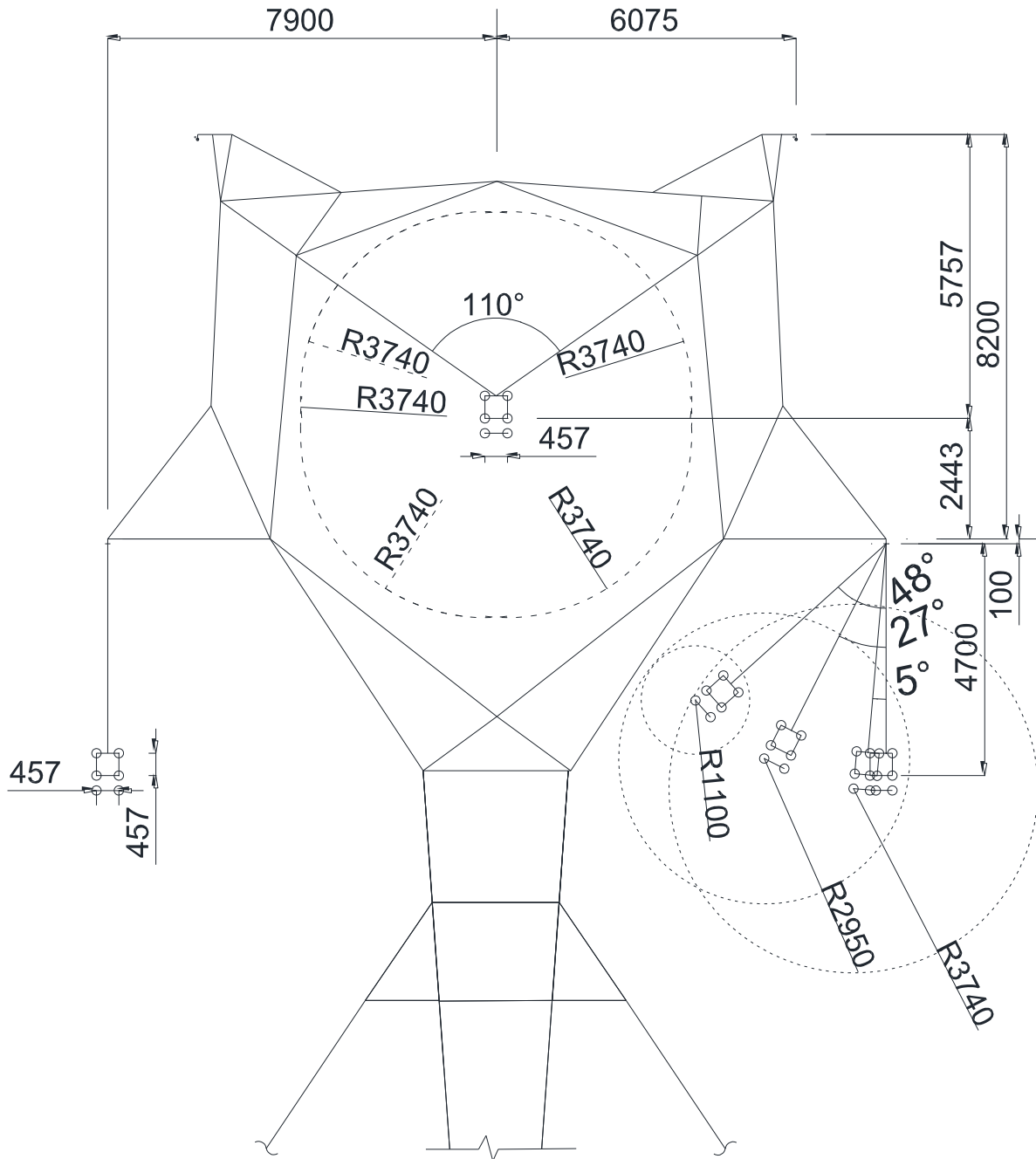
Rev. 0

Folha 84 de 143

ANEXO 5 – CONFIGURAÇÃO DO TOPO DAS ESTRUTURAS DE SUSPENSÃO

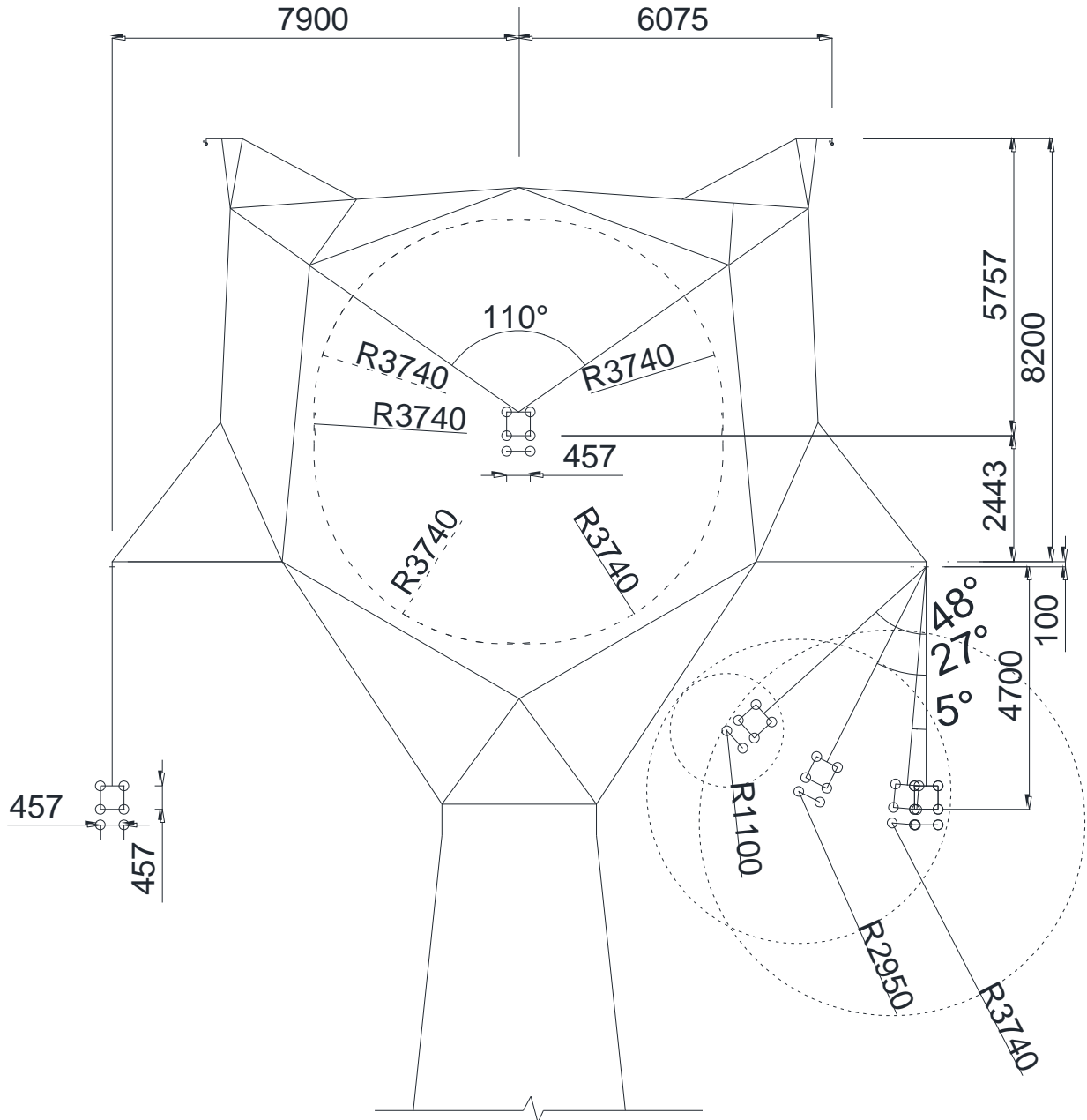
| | |
|--|-----------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 85 de 143 |

**ANEXO 5A – LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CS
 Torre de Suspensão Estaiada N5SEL**



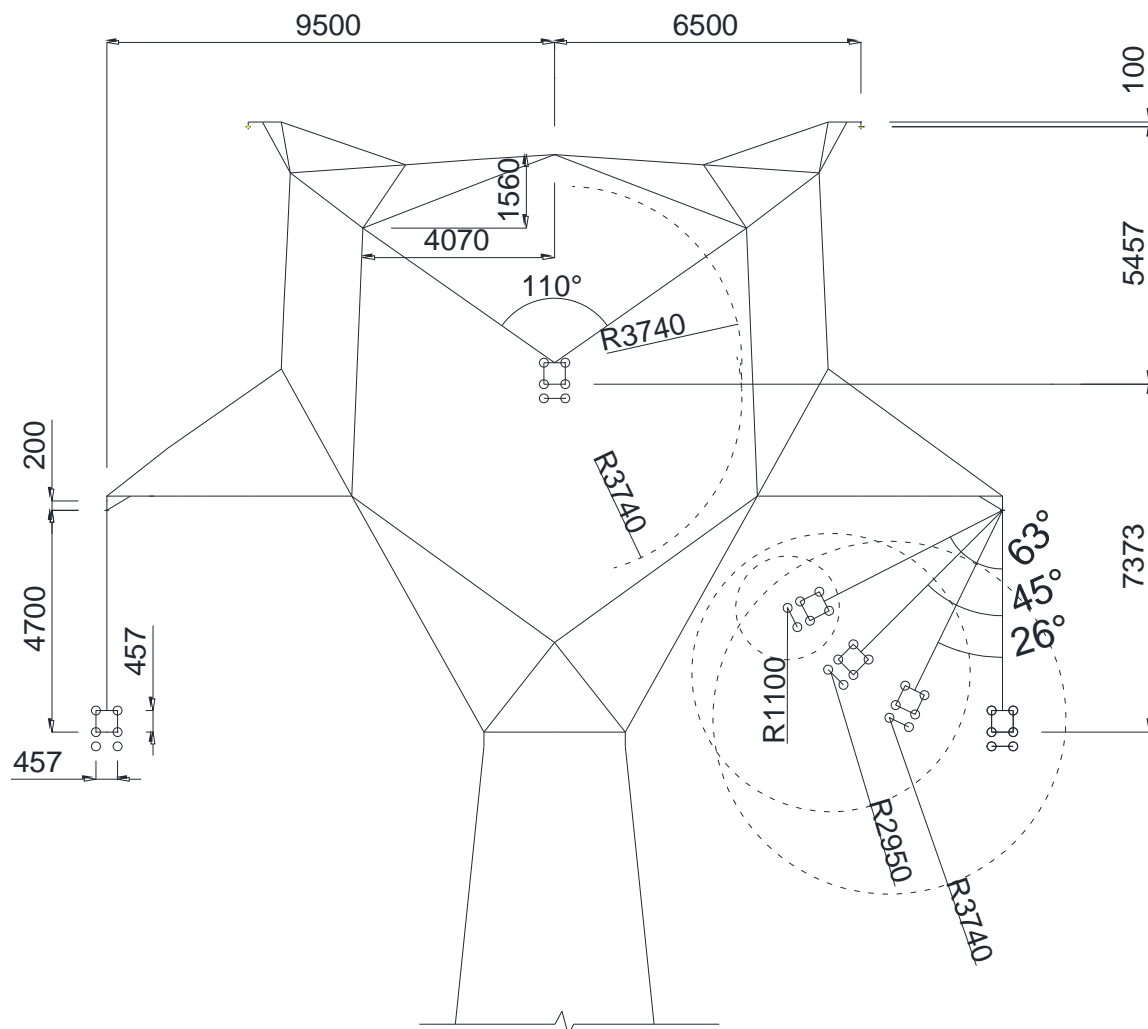
| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 86 de 143 |

Torre de Suspensão Autoportante Leve N5SSL



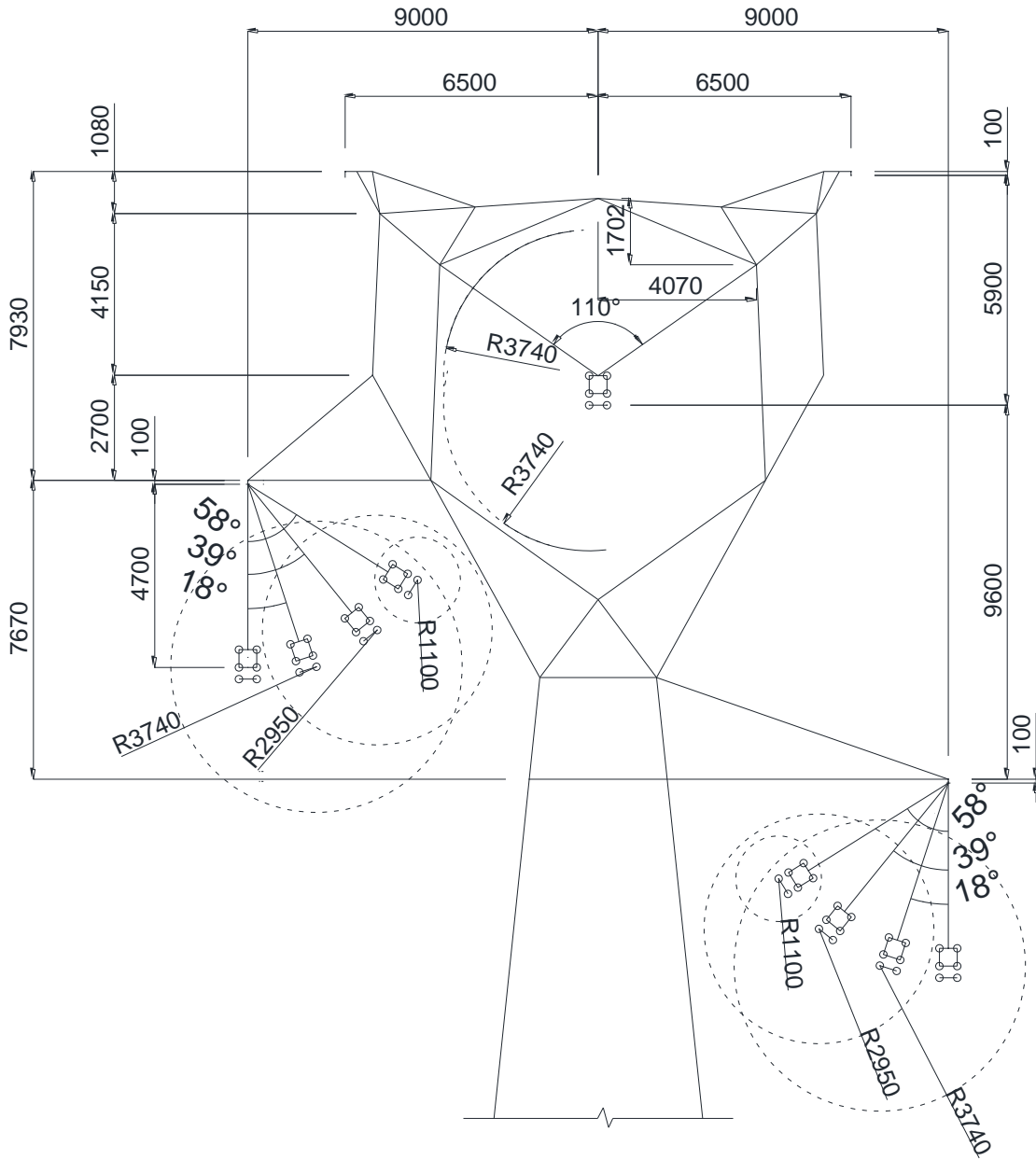
| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 Folha 87 de 143 |

Torre de Suspensão Autoportante Pesada N5SSP



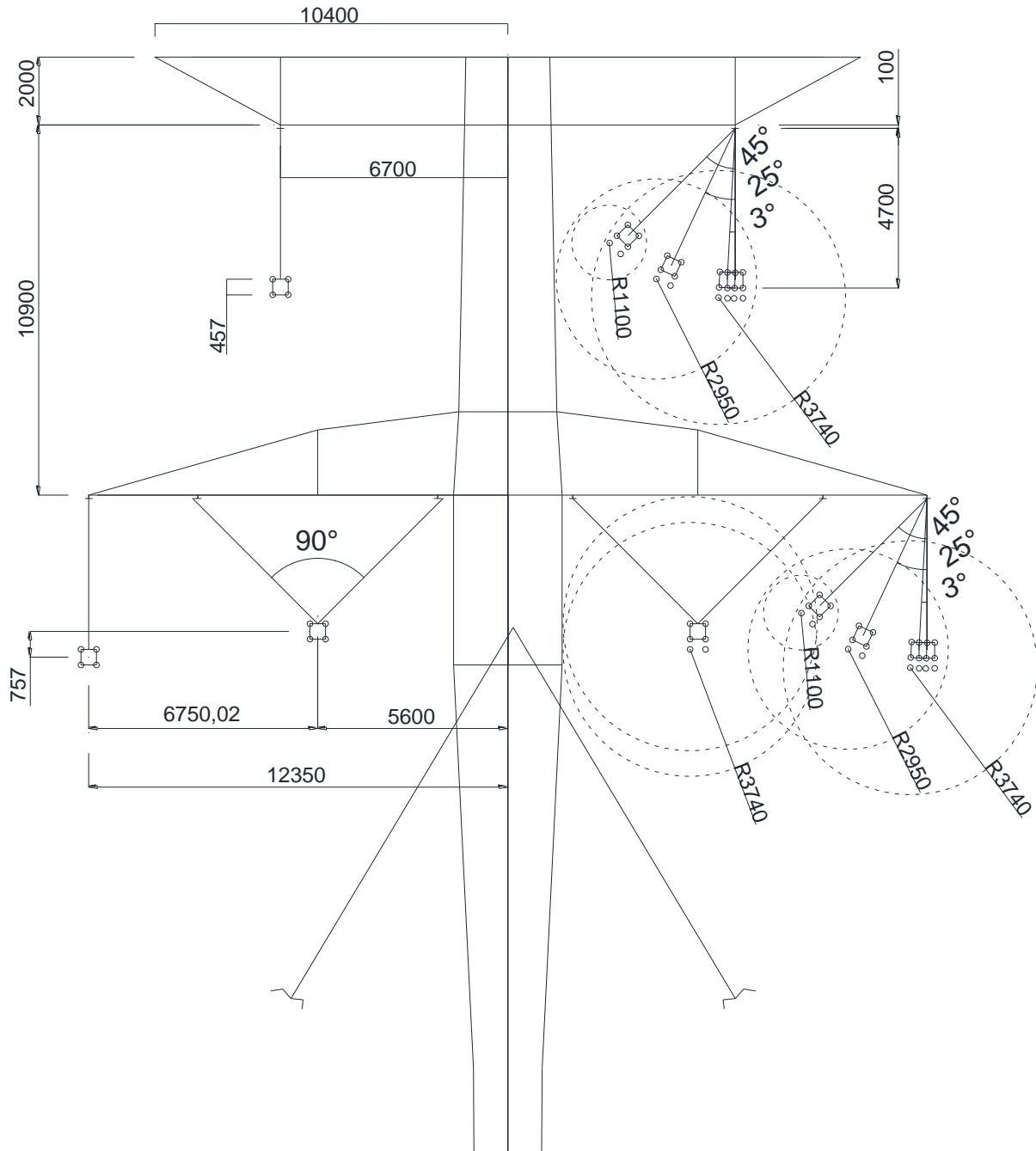
| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 88 de 143 |

Torre de Suspensão Autoportante de Transposição N5SST



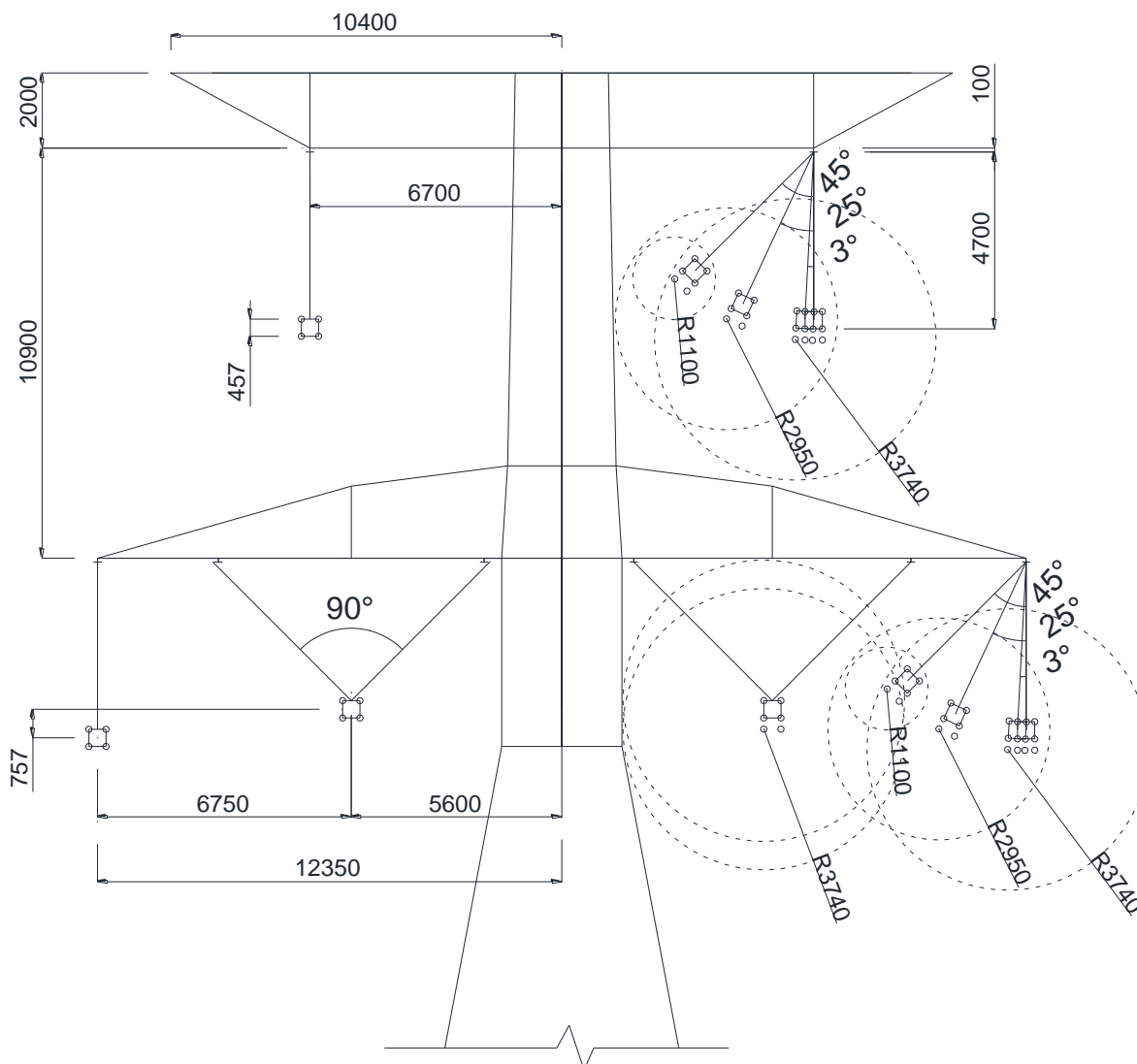
| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 89 de 143 |

ANEXO 5B – LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CD
Torre de Suspensão Estaiada N5DEL



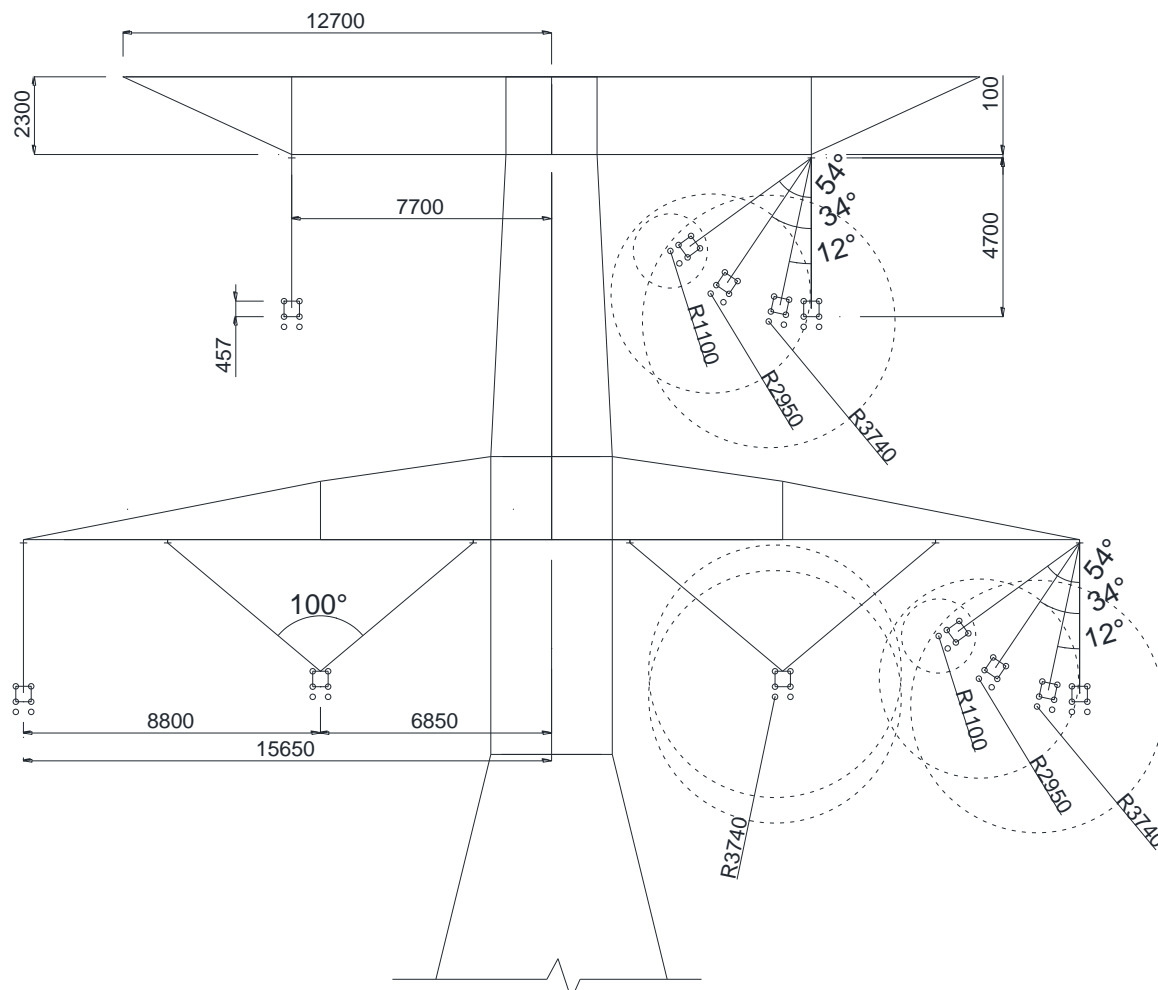
| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 90 de 143 |

Torre de Suspensão Autoportante Leve N5DSL



| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 91 de 143 |

Torre de Suspensão Autoportante Pesada N5DSP



LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

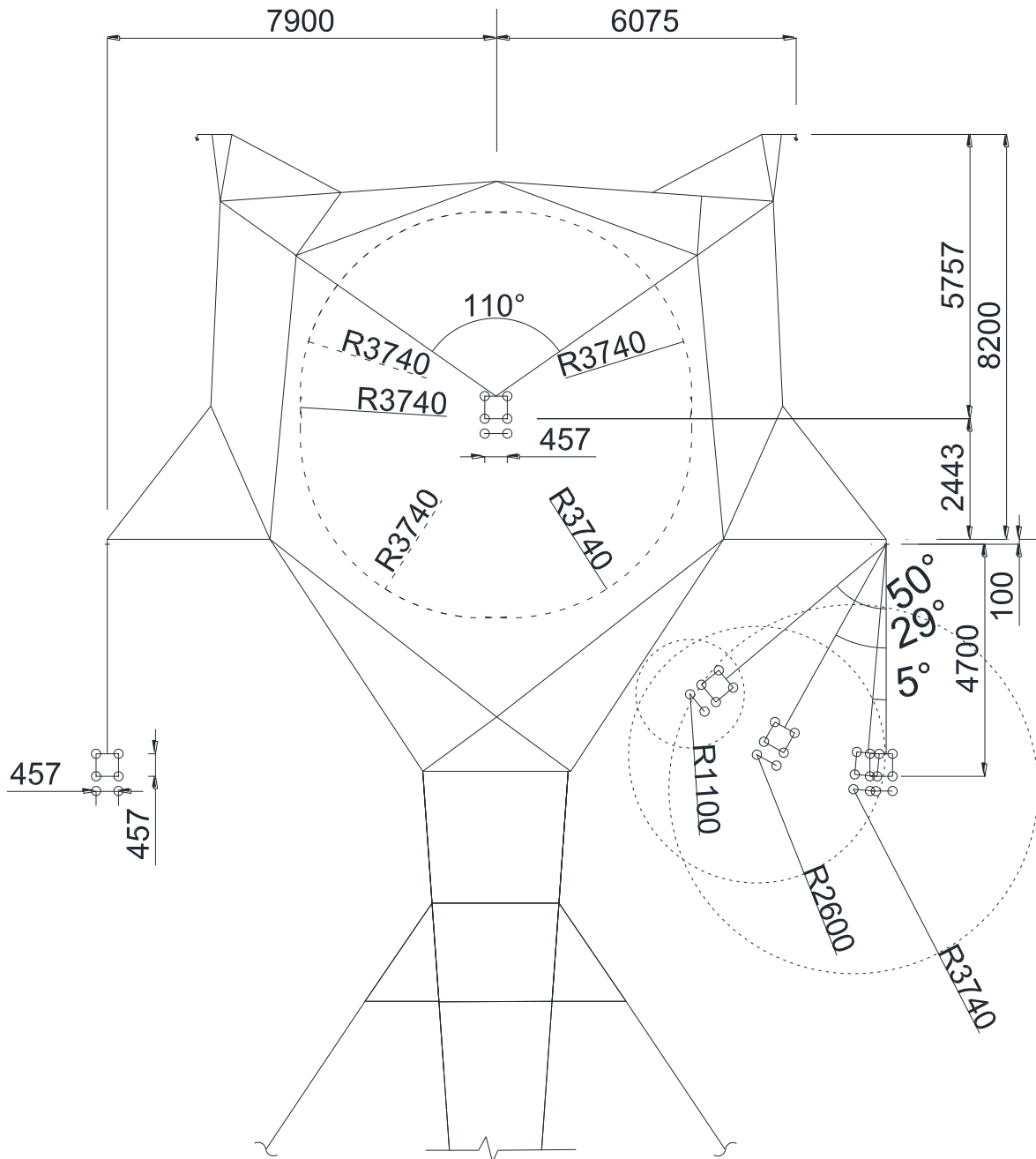
LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B

COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO

Rev. 0

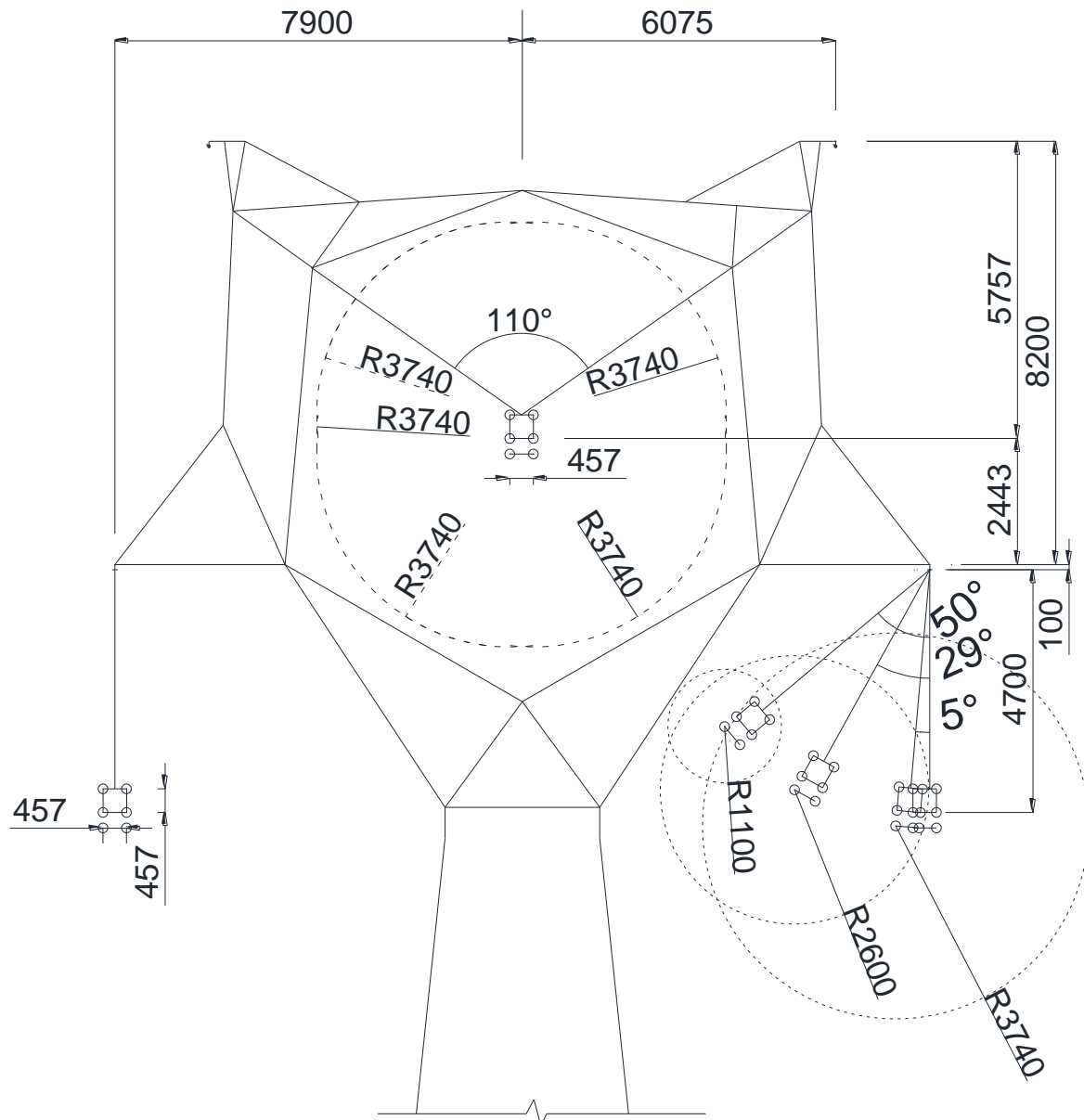
Folha 92 de 143

ANEXO 5C – LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CS
Torre de Suspensão Estaiada N5SEL



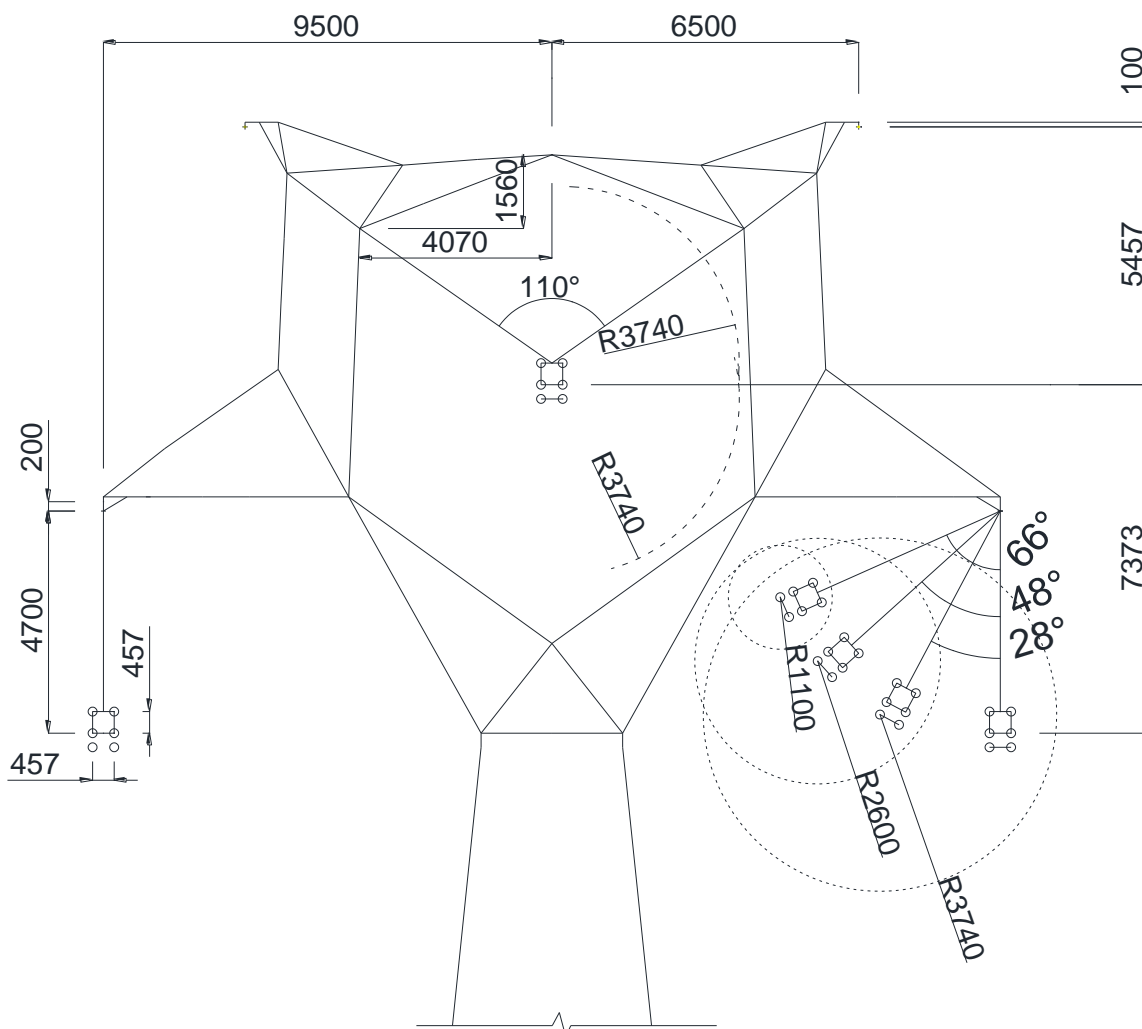
| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 Folha 93 de 143 |

Torre de Suspensão Autoportante Leve N5SSL



| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 Folha 94 de 143 |

Torre de Suspensão Autoportante Pesada N5SSP



LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
 SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

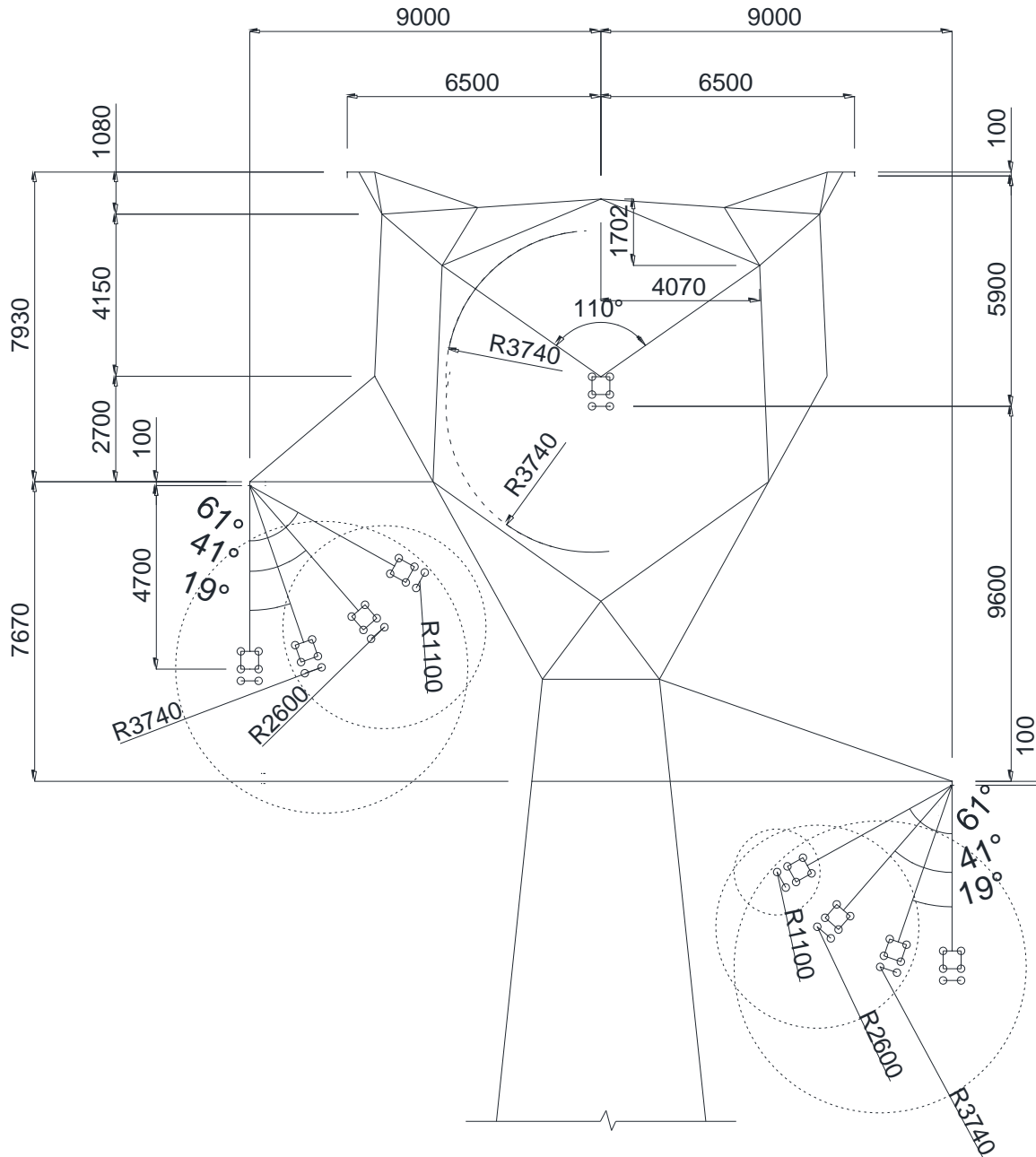
LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B

COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO

Rev. 0

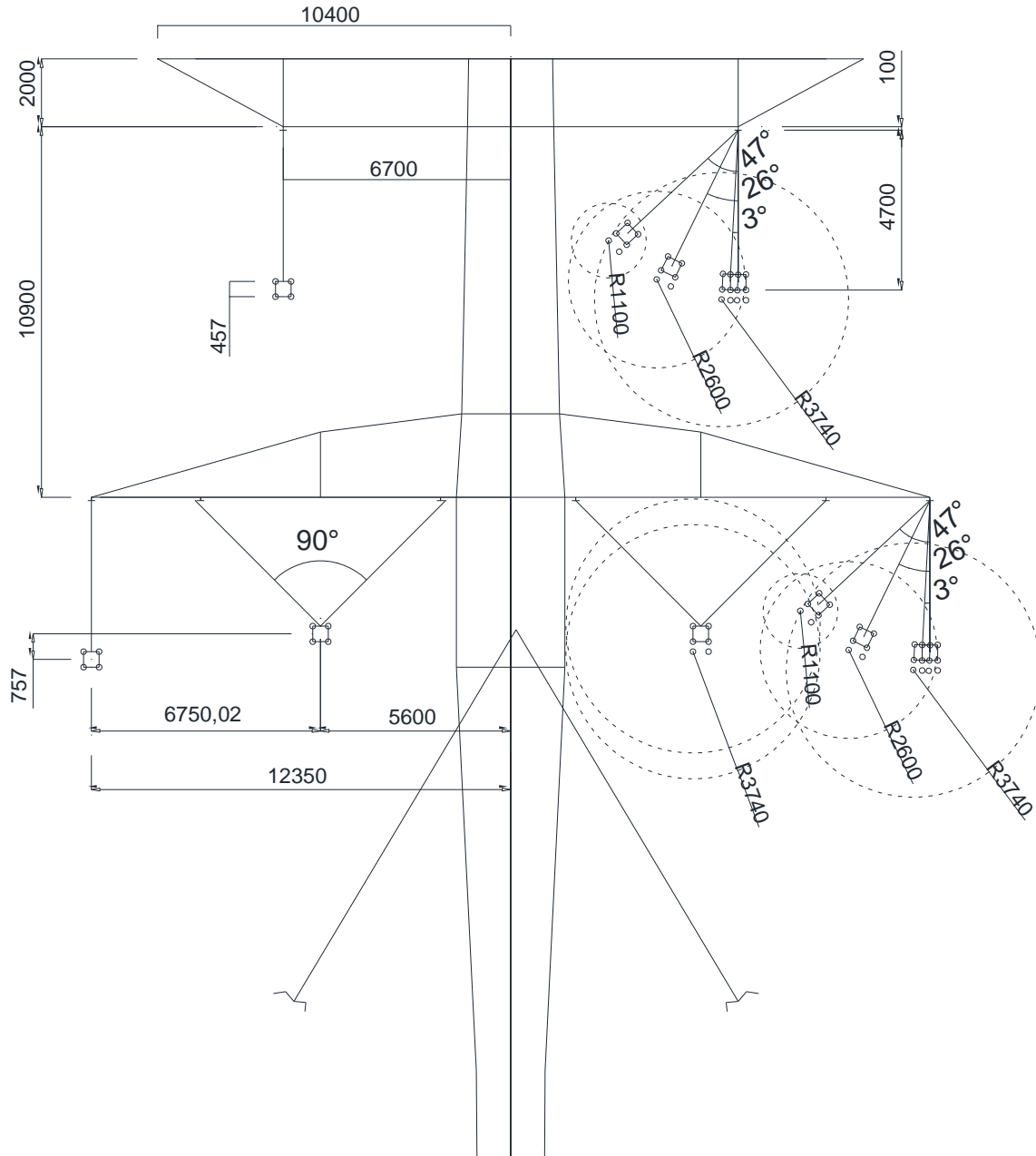
Folha 95 de 143

Torre de Suspensão Autoportante de Transposição N5SST



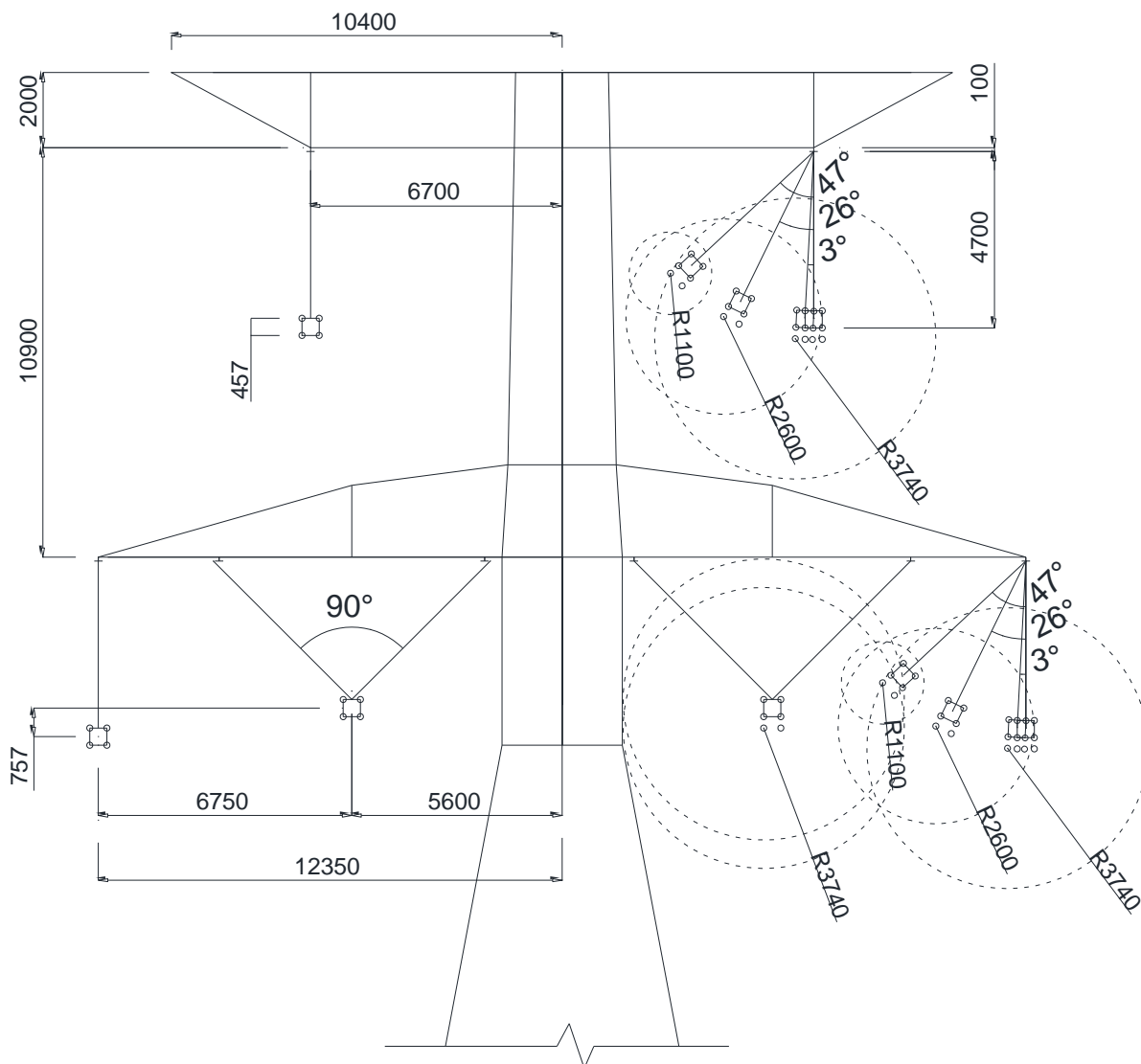
| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 Folha 96 de 143 |

ANEXO 5D – LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD
Torre de Suspensão Estaiada N5DEL



| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 97 de 143 |

Torre de Suspensão Autoportante Leve N5DSL



LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
 SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

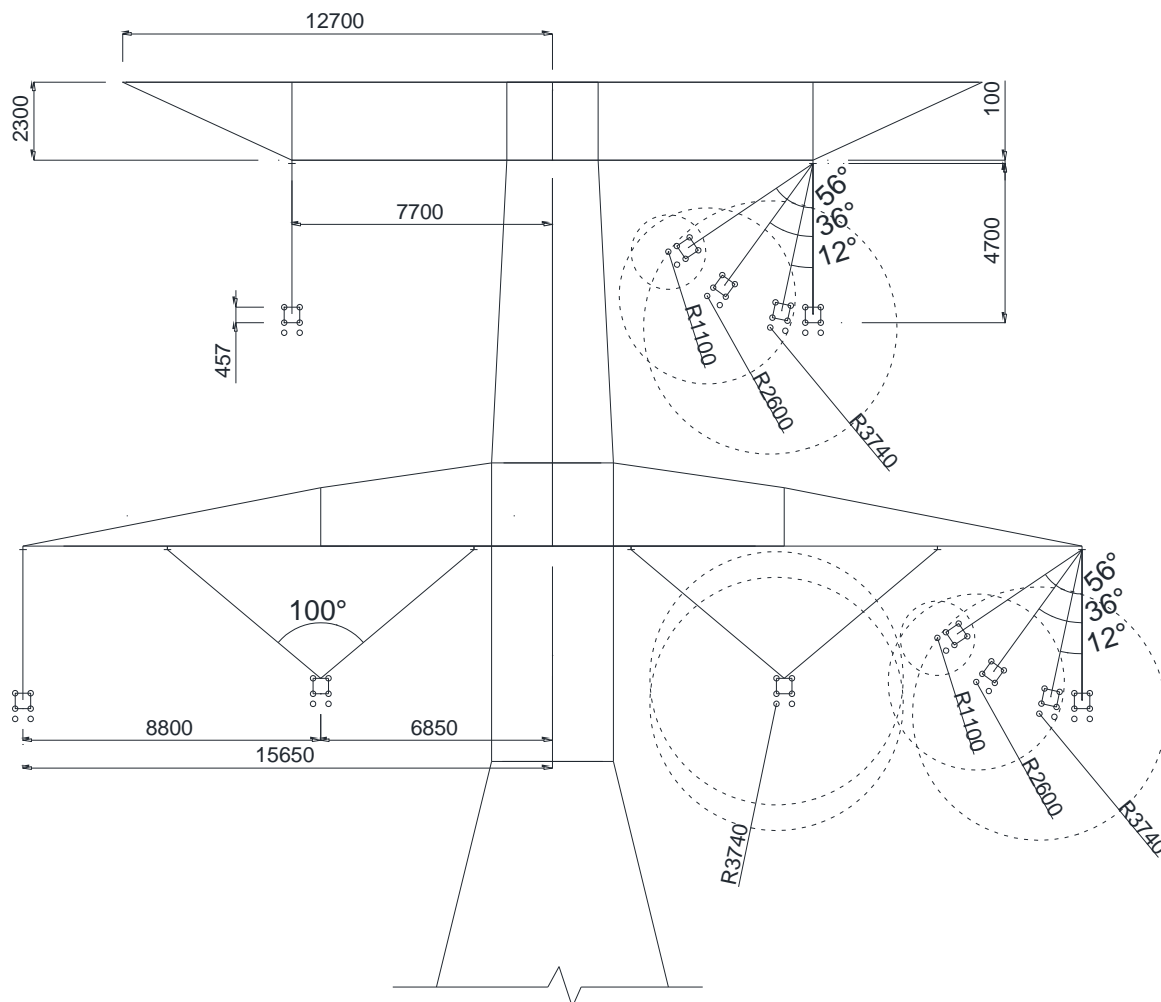
LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B

COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO

Rev. 0

Folha 98 de 143

Torre de Suspensão Autoportante Pesada N5DSP



LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

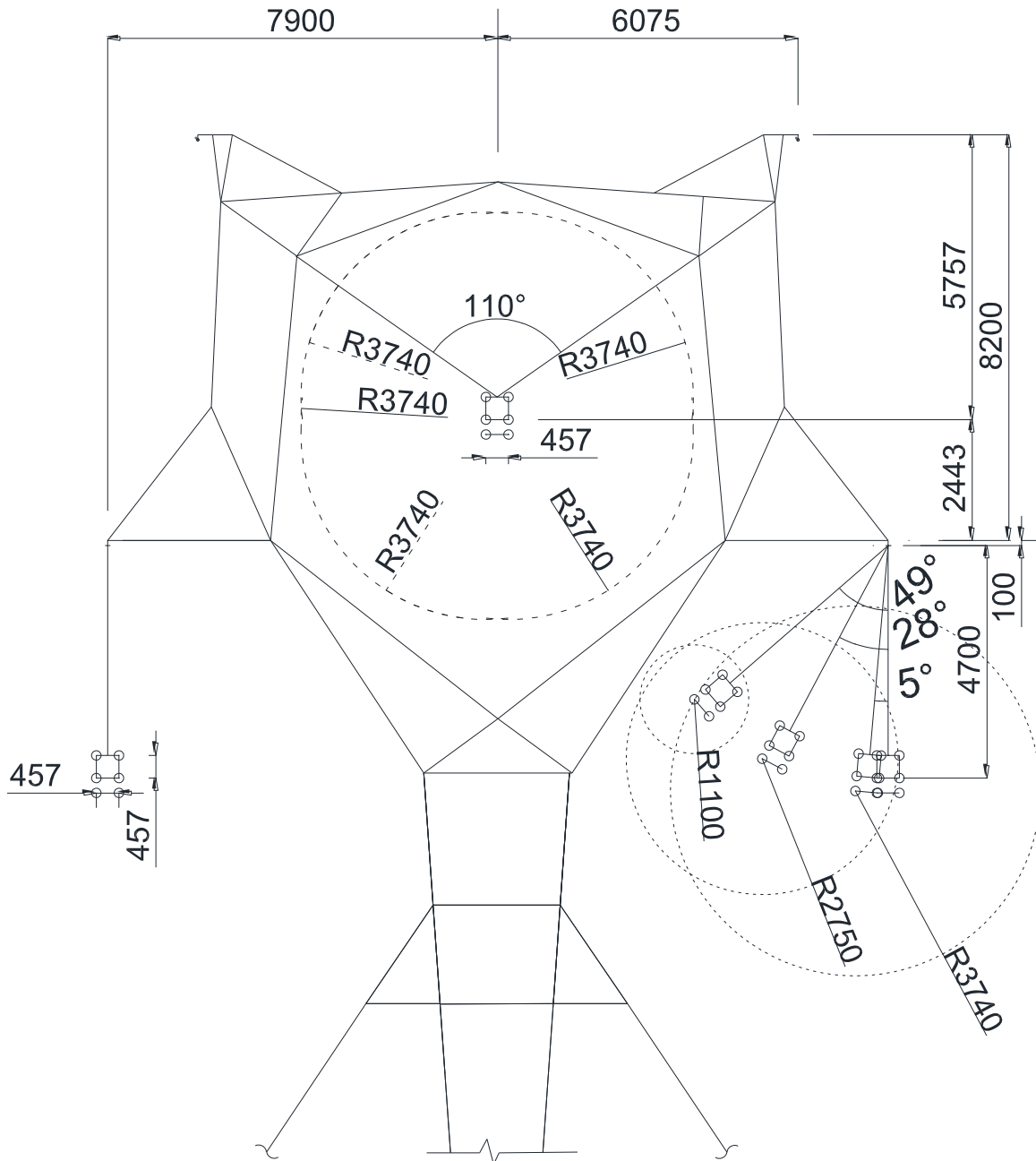
LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B

COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO

Rev. 0

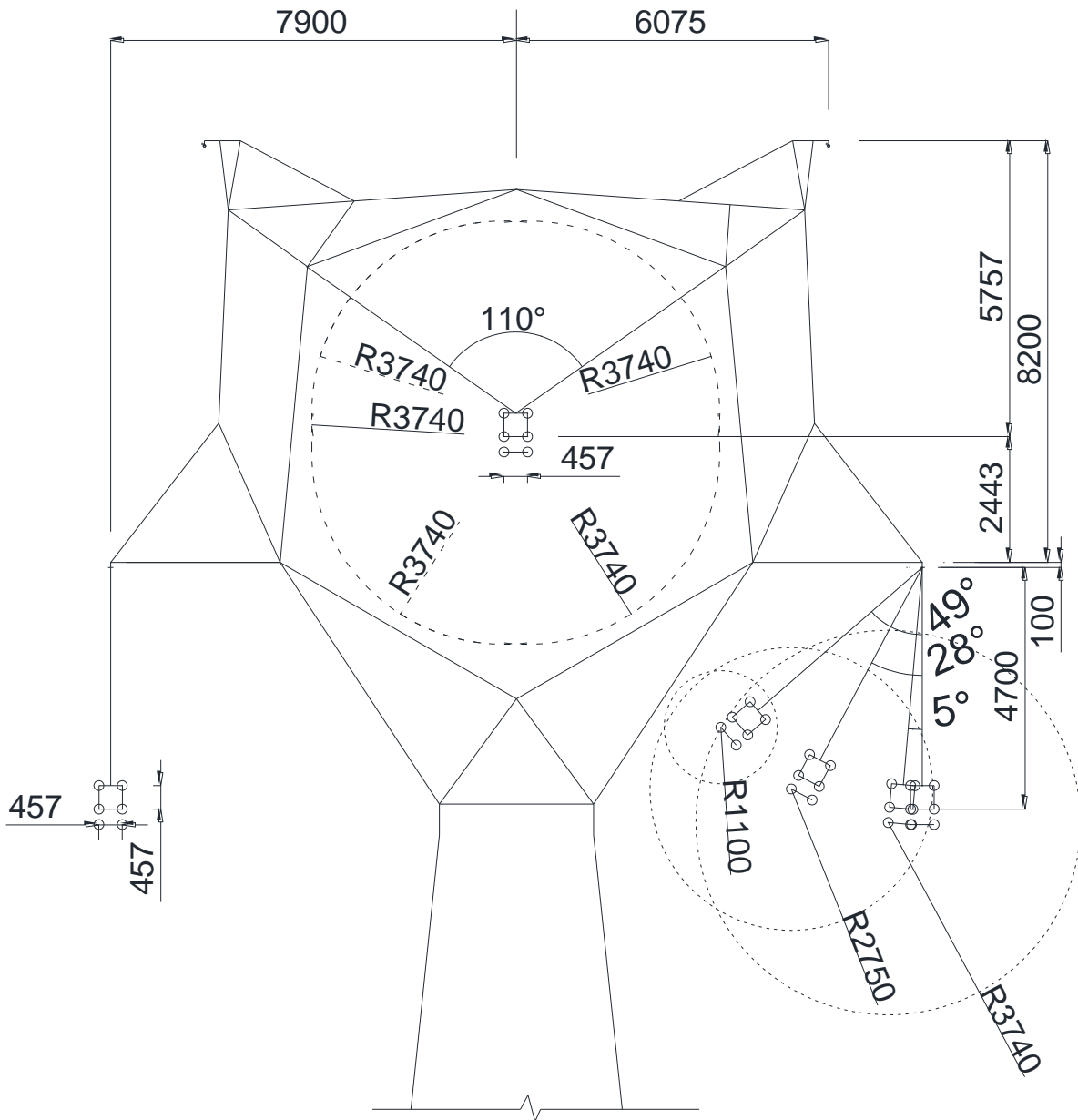
Folha 99 de 143

**ANEXO 5E – LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS
Torre de Suspensão Estaiada N5SEL**



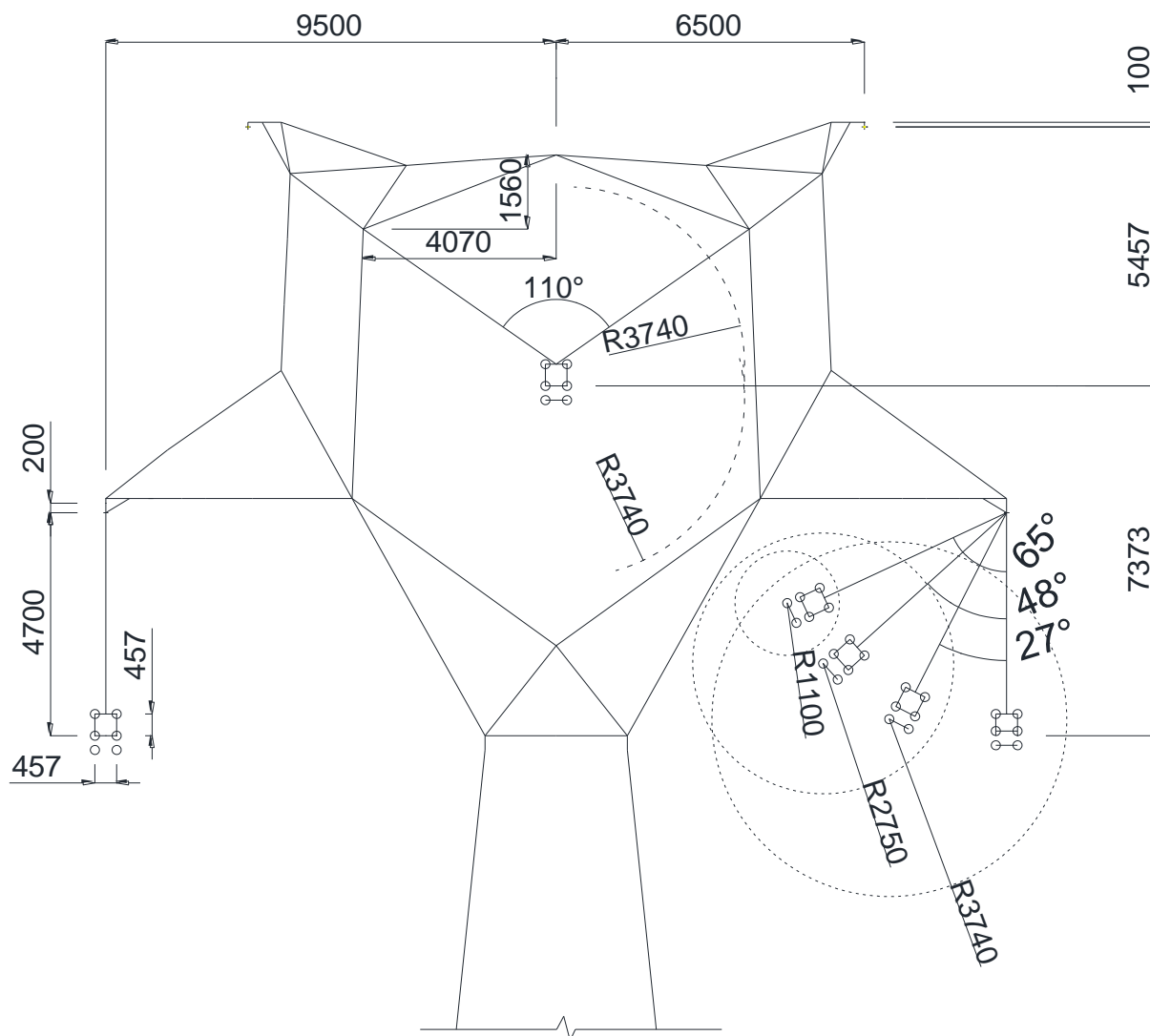
| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 100 de 143 |

Torre de Suspensão Autoportante Leve N5SSL



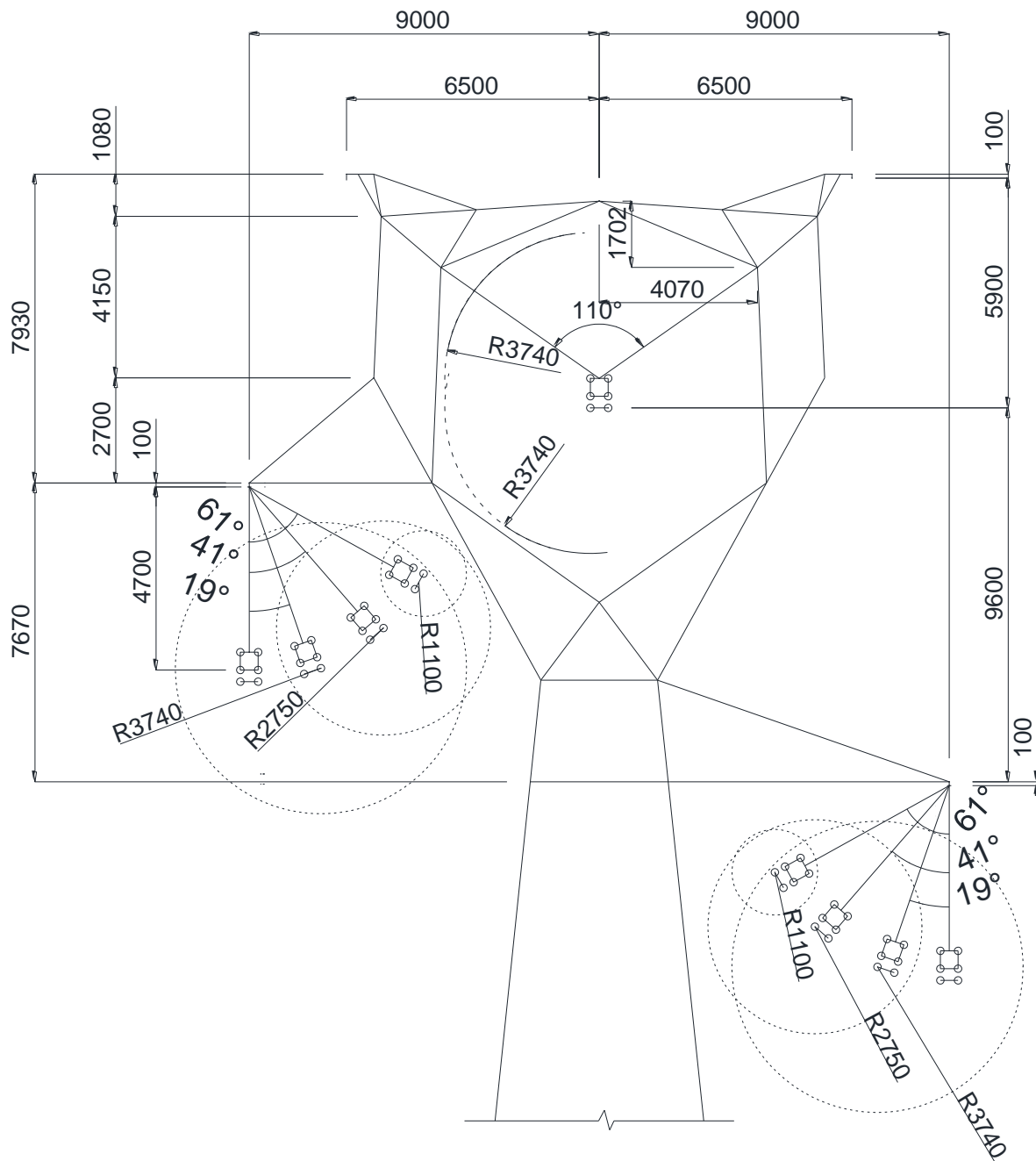
| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 Folha 101 de 143 |

Torre de Suspensão Autoportante Pesada N5SSP



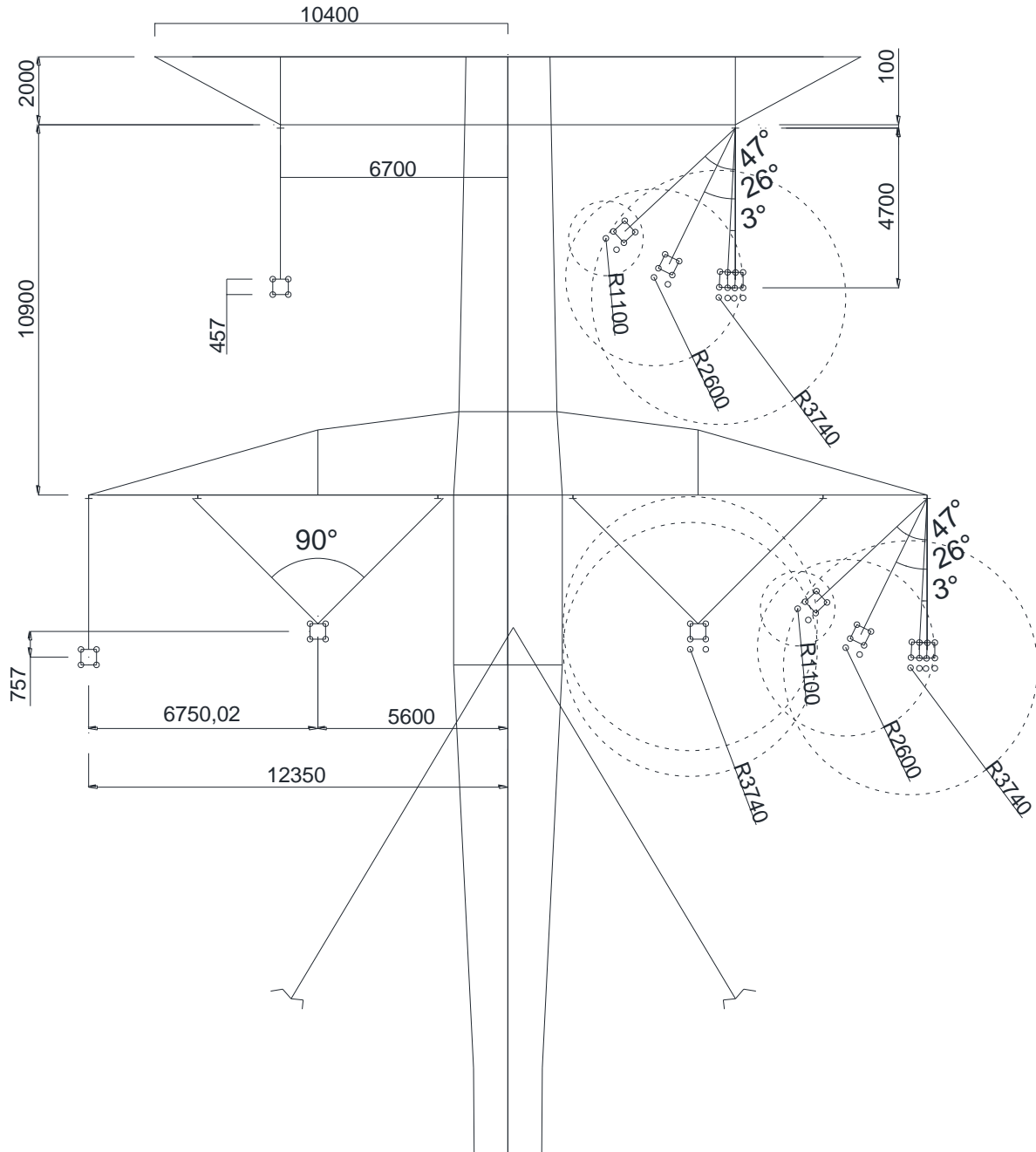
| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 102 de 143 |

Torre de Suspensão Autoportante de Transposição N5SST



| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 Folha 103 de 143 |

ANEXO 5F – LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD
Torre de Suspensão Estaiada N5DEL



LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1

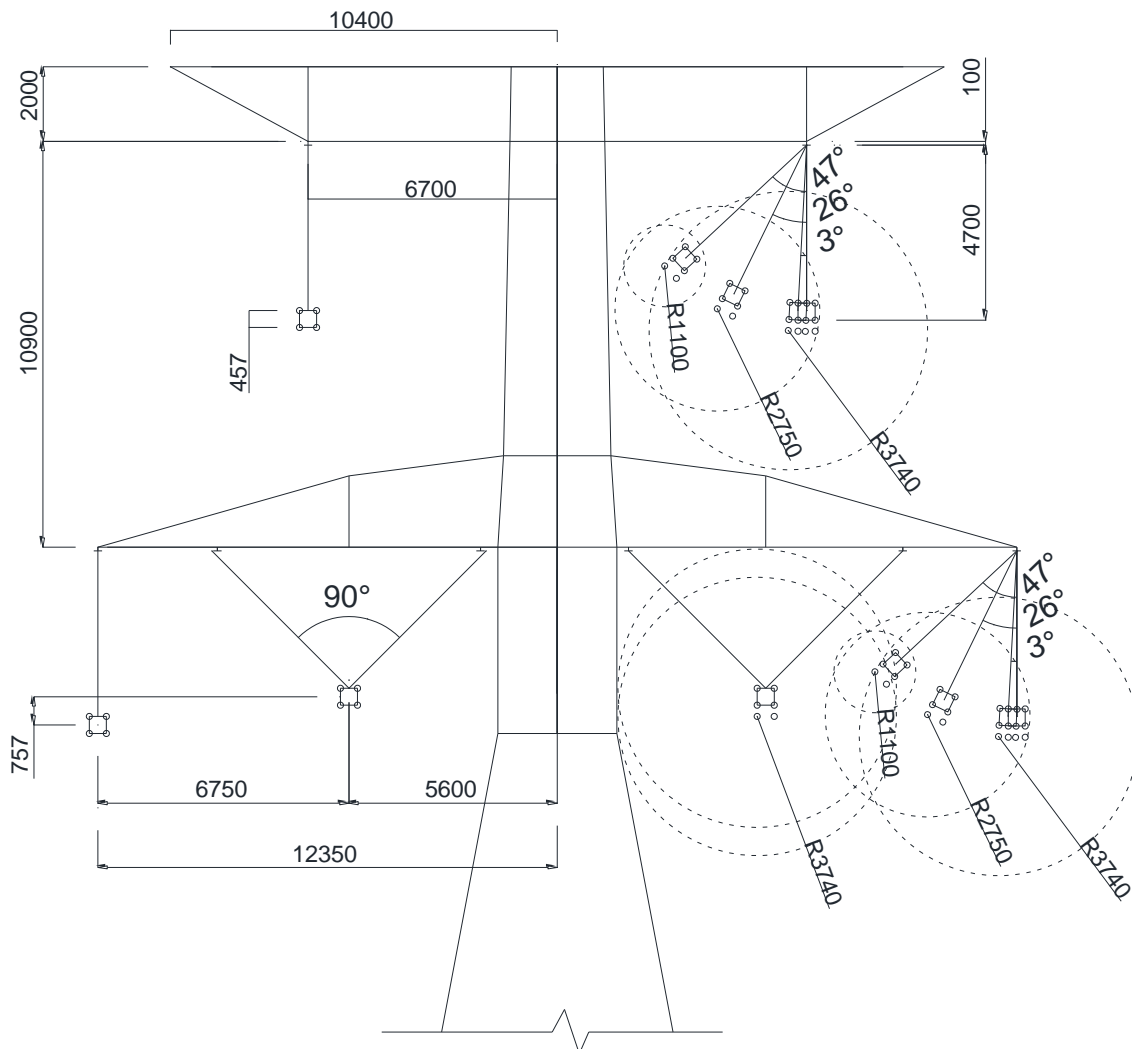
LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B

COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO

Rev. 0

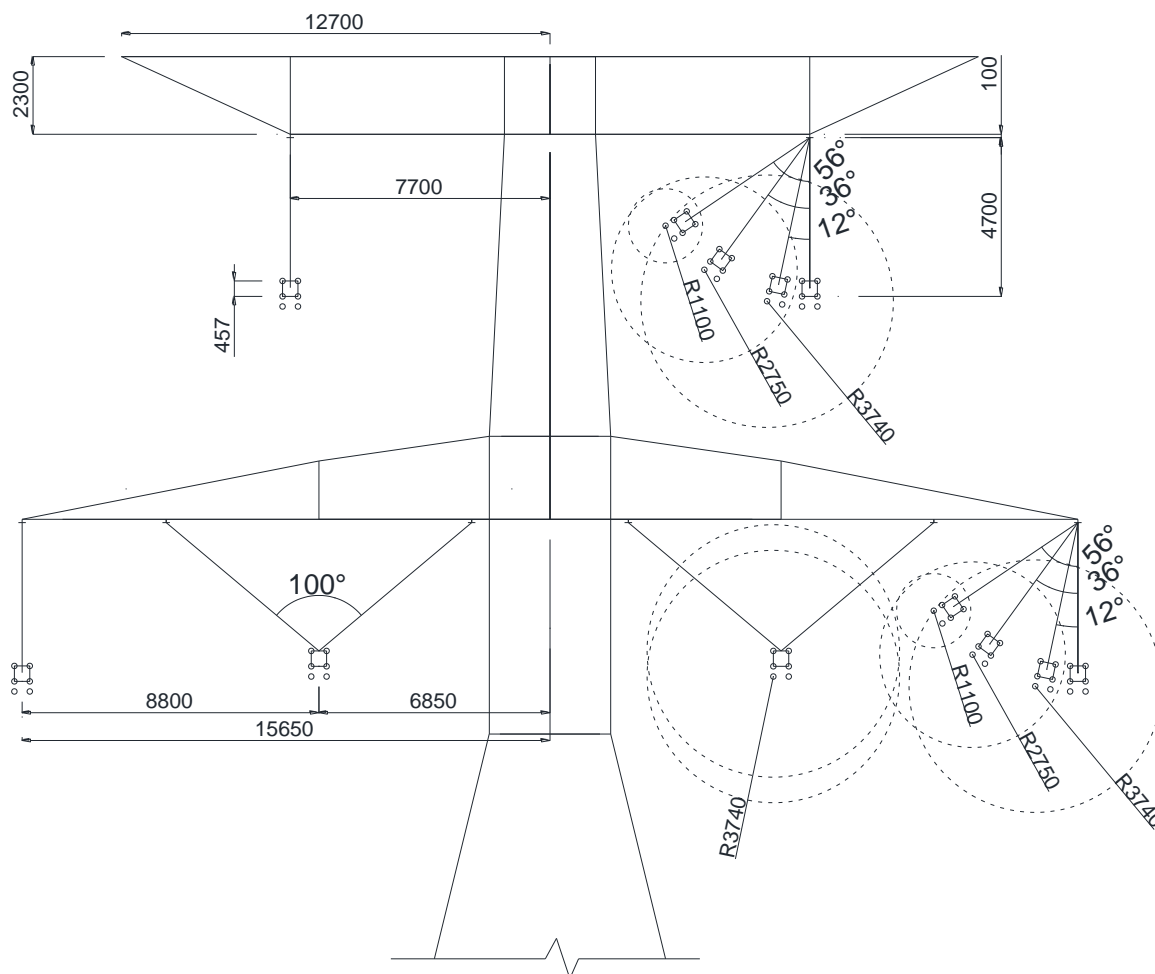
Folha 104 de 143

Torre de Suspensão Autoportante Leve N5DSL



| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 105 de 143 |

Torre de Suspensão Autoportante Pesada N5DSP



LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE
SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B

COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO

Rev. 0

Folha 106 de 143

ANEXO 6 – RELATÓRIO DE SAÍDA – PROGRAMA ATP

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 107 de 143 |

ANEXO 6A – LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CS

```

--- 22 cards of disk file read into card cache cells 1 onward.
Alternative Transients Program (ATP), GNU Linux or DOS. All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 04-Jun-19 10:18:36 Name of disk plot file is C:\ATP\ATPMINGW\LTD.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland, Oregon, USA. Source code date is 23 July 2007.
Total size of LABCOM tables = 10913313 INTEGER words. 31 VARDIM List Sizes follow: 6002 10K 192K 900 420K 1200 15K
120K 2250 3800 720 2K 72800 510 90K 800 90 254 120K 100K 3K 15K 192K 120 45K 260K 600 210K 600 19 200
-----
Descriptive interpretation of input data cards. | Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
0 1 2 3 4 5 6 7 8
012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
-----
Comment card. NUMDCD = 1. |C data:C:\ATP\ATPMINGW\LTD.DAT
Marker card preceding new EMTP data case. |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants. Limit = 190 |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units. |METRIC
Comment card. NUMDCD = 5. |C LINHA: LT 525 KV AREIA - JOINVILLE DO SUL CS
Comment card. NUMDCD = 6. |C CABO UTILIZADOS:
Comment card. NUMDCD = 7. |C AUTOR: MARTE\VITOR.LIMA
Comment card. NUMDCD = 8. |C GERADO EM 04/06/2019
Comment card. NUMDCD = 9. |C MARTE ENGENHARIA
Comment card. NUMDCD = 10. |C SKIN RESIS REACT DIAM HORIZ VTOWER VMID SEPAR ALPHA NB
Comment card. NUMDCD = 11. |C |---|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|---|
Comment card. NUMDCD = 12. |C 345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 1.5000 0.0657 4 2.9340 -7.9000 34.3485 12.7285 45.70 45. 4
Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 2.5000 0.0657 4 2.9340 0.0000 41.5915 19.9715 45.70 45. 4
Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 3.5000 0.0657 4 2.9340 7.9000 34.3485 12.7285 45.70 45. 4
Line conductor card. 5.000E-01 4.230E+00 4 | 0.5000 4.2300 4 0.9144 -6.0750 47.0200 28.8600 0.00 0. 1
Line conductor card. 2.313E-01 8.033E-01 4 | 0.2313 0.8033 4 1.3400 6.0750 47.0200 28.8600 0.00 0. 1
Blank card terminating conductor cards. |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Frequency card. 1.000E+03 6.000E+01 0.000E+00 | 1000 60.00 1 111 111 1 0.00 0

```

Line conductor table after sorting and initial processing.

| Table | Phase | Skin effect | Resistance | Reactance data specification | Diameter | Horizontal | Avg height | Name |
|-------|--------|-------------|------------|------------------------------|----------|------------|------------|------|
| Row | Number | R-type | R (ohm/km) | X-type X(ohm/km) or GMR | (cm) | X (mtrs) | Y (mtrs) | |
| 1 | 1 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | -7.672 | 19.707 | |
| 2 | 2 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | 0.229 | 26.950 | |
| 3 | 3 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | 8.129 | 19.707 | |
| 4 | 1 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | -8.129 | 19.707 | |
| 5 | 1 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | -8.129 | 20.164 | |
| 6 | 1 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | -7.672 | 20.164 | |
| 7 | 2 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | -0.228 | 26.950 | |
| 8 | 2 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | -0.229 | 27.407 | |
| 9 | 2 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | 0.228 | 27.407 | |
| 10 | 3 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | 7.672 | 19.707 | |
| 11 | 3 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | 7.672 | 20.164 | |
| 12 | 3 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | 8.129 | 20.164 | |
| 13 | 0 | .50000 | 4.23000 | 4 .000000 | .91440 | -6.075 | 34.913 | |
| 14 | 0 | .23130 | .80330 | 4 .000000 | 1.34000 | 6.075 | 34.913 | |

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 108 de 143 |

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
 Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

```

1  1.259360E-08
2  -1.464750E-10  1.262212E-08
3  -8.183961E-11 -1.475490E-10  1.258002E-08
4  -3.757575E-09 -1.262353E-10 -6.906693E-11  1.257977E-08
5  -2.110270E-09 -1.436071E-10 -6.683360E-11 -3.764252E-09  1.258060E-08
6  -3.749367E-09 -1.654913E-10 -7.922633E-11 -2.110586E-09 -3.755660E-09  1.259666E-08
7  -1.698555E-10 -3.722859E-09 -1.260195E-10 -1.478703E-10 -1.720872E-10 -1.963586E-10  1.262189E-08
8  -1.469902E-10 -2.081118E-09 -1.114566E-10 -1.319101E-10 -1.555297E-10 -1.723602E-10 -3.727074E-09  1.261376E-08
9  -1.256298E-10 -3.726810E-09 -1.315290E-10 -1.117205E-10 -1.289082E-10 -1.440392E-10 -2.081128E-09 -3.730904E-09  1.261406E-08
10 -9.788792E-11 -1.695727E-10 -3.757347E-09 -8.185375E-11 -7.906390E-11 -9.466085E-11 -1.462951E-10 -1.254090E-10 -1.466552E-10
    1.259380E-08
11 -9.465027E-11 -1.960023E-10 -2.110306E-09 -7.923212E-11 -7.812494E-11 -9.327706E-11 -1.652561E-10 -1.437512E-10 -1.719378E-10
    -3.749110E-09  1.259698E-08
12 -7.903857E-11 -1.716907E-10 -3.763951E-09 -6.682465E-11 -6.612321E-11 -7.810787E-11 -1.433345E-10 -1.285751E-10 -1.550591E-10
    -2.109994E-09 -3.755322E-09  1.258096E-08
13 -2.012385E-10 -3.183889E-10 -1.032628E-10 -2.126715E-10 -2.536081E-10 -2.416034E-10 -3.648649E-10 -4.361112E-10 -3.845153E-10
    -1.069650E-10 -1.211029E-10 -1.172832E-10  6.370455E-09
14 -1.129461E-10 -3.832806E-10 -2.229614E-10 -1.091362E-10 -1.240191E-10 -1.279489E-10 -3.349285E-10 -4.044656E-10 -4.581442E-10
    -2.110251E-10 -2.533135E-10 -2.658469E-10 -7.512715E-10  6.657933E-09
    
```

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of equivalent phase conductors.
 Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

```

1  1.185521E-08
2  -2.385068E-09  1.233205E-08
3  -1.285812E-09 -2.380093E-09  1.185971E-08
    
```

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for symmetrical components of the equivalent phase conductor
 Rows proceed in the sequence (0, 1, 2), (0, 1, 2), etc.; columns proceed in the sequence (0, 2, 1), (0, 2, 1), etc.

```

0  7.981673E-09
    
```

| | |
|---|--|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B</p> |
| <p>COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO</p> | <p>Rev. 0 Folha 109 de 143</p> |

```

0.000000E+00
1  1.013302E-10 -4.433231E-10
-1.809745E-10 -7.710097E-10
2  1.013302E-10  1.403265E-08 -4.433231E-10
1.809745E-10  1.247738E-25  7.710097E-10
    
```

Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter] for the system of physical conductors.
 Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

```

1  1.257521E-01
9.333226E-01
2  5.812219E-02  1.254237E-01
4.177349E-01  9.336723E-01
3  5.828420E-02  5.812219E-02  1.257521E-01
3.882980E-01  4.177349E-01  9.333226E-01
4  5.828808E-02  5.812208E-02  5.828397E-02  1.257521E-01
6.554398E-01  4.153723E-01  3.861482E-01  9.333226E-01
5  5.827762E-02  5.811173E-02  5.827353E-02  5.827762E-02  1.257312E-01
6.293197E-01  4.174132E-01  3.861294E-01  6.554508E-01  9.333447E-01
6  5.827762E-02  5.811184E-02  5.827376E-02  5.827762E-02  5.826717E-02  1.257312E-01
6.554508E-01  4.199110E-01  3.882775E-01  6.293197E-01  6.554619E-01  9.333447E-01
7  5.812230E-02  5.795972E-02  5.812208E-02  5.812219E-02  5.811184E-02  5.811195E-02  1.254237E-01
4.201092E-01  6.557895E-01  4.153723E-01  4.177349E-01  4.199110E-01  4.224305E-01  9.336723E-01
8  5.811195E-02  5.794946E-02  5.811173E-02  5.811184E-02  5.810150E-02  5.810160E-02  5.794946E-02  1.254032E-01
4.178059E-01  6.296694E-01  4.133349E-01  4.155688E-01  4.177569E-01  4.201313E-01  6.558005E-01  9.336944E-01
9  5.811184E-02  5.794946E-02  5.811184E-02  5.811173E-02  5.810139E-02  5.810150E-02  5.794946E-02  5.793921E-02  1.254032E-01
4.155688E-01  6.558005E-01  4.155688E-01  4.133349E-01  4.153943E-01  4.177569E-01  6.296694E-01  6.558115E-01  9.336944E-01
10 5.828442E-02  5.812230E-02  5.828808E-02  5.828420E-02  5.827376E-02  5.827398E-02  5.812219E-02  5.811184E-02  5.811195E-02
3.905109E-01  4.201092E-01  6.554398E-01  3.882980E-01  3.882775E-01  3.904886E-01  4.177349E-01  4.155688E-01  4.178059E-01
1.257521E-01
9.333226E-01
11 5.827398E-02  5.811195E-02  5.827762E-02  5.827376E-02  5.826332E-02  5.826354E-02  5.811184E-02  5.810150E-02  5.810160E-02
3.904886E-01  4.224305E-01  6.293197E-01  3.882775E-01  3.883201E-01  3.905330E-01  4.199110E-01  4.177569E-01  4.201313E-01
5.827762E-02  1.257312E-01
6.554508E-01  9.333447E-01
12 5.827376E-02  5.811184E-02  5.827762E-02  5.827353E-02  5.826309E-02  5.826332E-02  5.811173E-02  5.810139E-02  5.810150E-02
3.882775E-01  4.199110E-01  6.554508E-01  3.861294E-01  3.861703E-01  3.883201E-01  4.174132E-01  4.153943E-01  4.177569E-01
5.827762E-02  5.826717E-02  1.257312E-01
    
```

| | |
|---|--|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B</p> |
| <p>COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO</p> | <p>Rev. 0 Folha 110 de 143</p> |

EKTT 11

Serviços de Transmissão de Energia Elétrica SPE S.A.



```

6.293197E-01 6.554619E-01 9.333447E-01
13 5.794351E-02 5.778125E-02 5.794069E-02 5.794349E-02 5.793324E-02 5.793326E-02 5.778132E-02 5.777117E-02 5.777109E-02
3.911369E-01 4.221570E-01 3.679048E-01 3.908689E-01 3.931381E-01 3.934227E-01 4.242429E-01 4.270887E-01 4.248446E-01

5.794087E-02 5.793063E-02 5.793045E-02 4.287634E+00
3.690337E-01 3.702933E-01 3.691271E-01 1.022211E+00
14 5.794087E-02 5.778132E-02 5.794349E-02 5.794069E-02 5.793045E-02 5.793063E-02 5.778125E-02 5.777109E-02 5.777117E-02
3.690337E-01 4.242429E-01 3.908689E-01 3.679048E-01 3.691271E-01 3.702933E-01 4.221570E-01 4.248446E-01 4.270887E-01

5.794351E-02 5.793326E-02 5.793324E-02 5.760365E-02 8.609463E-01
3.911369E-01 3.934227E-01 3.931381E-01 4.088359E-01 9.858094E-01
    
```

Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter] for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

```

1 1.299490E-01
6.038183E-01

2 1.220670E-01 1.495263E-01
2.886447E-01 5.731822E-01

3 1.147378E-01 1.242664E-01 1.337485E-01
2.690623E-01 2.832561E-01 5.940729E-01
    
```

Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter] for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence (0, 1, 2), (0, 1, 2), etc.; columns proceed in the sequence (0, 2, 1), (0, 2, 1), etc.

```

0 3.784554E-01
1.151000E+00

1 -5.473172E-03 -1.732331E-02
1.193315E-02 9.342200E-03

2 -6.228454E-03 1.738416E-02 1.734973E-02
-1.407691E-03 3.100368E-01 9.988436E-03
    
```

| Sequence | Surge impedance magnitude (ohm) angle (degr.) | Attenuation db/km | velocity km/sec | Wavelength km | Resistance ohm/km | Reactance ohm/km | Susceptance mho/km |
|-----------|--|----------------------|--------------------|------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| Zero : | 6.34558E+02 -9.10058E+00 | 2.62319E-03 | 1.99957E+05 | 3.33262E+03 | 3.78455E-01 | 1.15100E+00 | 3.00902E-06 |
| Positive: | 2.42277E+02 -1.60464E+00 | 3.11743E-04 | 2.94252E+05 | 4.90419E+03 | 1.73842E-02 | 3.10037E-01 | 5.29018E-06 |

Request for flushing of punch buffer. |\$PUNCH

| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 111 de 143 |

ANEXO 6B – LT 525 KV AREIA – JOINVILLE SUL CD

--- 25 cards of disk file read into card cache cells 1 onward.
 Alternative Transients Program (ATP), GNU Linux or DOS. All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 04-Jun-19 10:19:05 Name of disk plot file is C:\ATP\ATPMINGW\LTD.pl4
 Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland, Oregon, USA. Source code date is 23 July 2007.
 Total size of LABCOM tables = 10913313 INTEGER words. 31 VARDIM List Sizes follow: 6002 10K 192K 900 420K 1200 15K
 120K 2250 3800 720 2K 72800 510 90K 800 90 254 120K 100K 3K 15K 192K 120 45K 260K 600 210K 600 19 200

 Descriptive interpretation of input data cards. | Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
 0 1 2 3 4 5 6 7 8
 0123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

 Comment card. NUMDCD = 1. |C data:C:\ATP\ATPMINGW\LTD.DAT
 Marker card preceding new EMTP data case. |BEGIN NEW DATA CASE
 Compute overhead line constants. Limit = 190 |LINE CONSTANTS
 Request for metric (not English) units. |METRIC
 Comment card. NUMDCD = 5. |C LINHA: LT 525 KV AREIA - JOINVILLE DO SUL CD
 Comment card. NUMDCD = 6. |C CABO UTILIZADOS:
 Comment card. NUMDCD = 7. |C AUTOR: MARTE\VITOR.LIMA
 Comment card. NUMDCD = 8. |C GERADO EM 04/06/2019
 Comment card. NUMDCD = 9. |C MARTE ENGENHARIA
 Comment card. NUMDCD = 10. |C SKIN RESIS REACT DIAM HORIZ VTOWER VMID SEPAR ALPHA NB
 Comment card. NUMDCD = 11. |C |-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
 Comment card. NUMDCD = 12. |C 3456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
 Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 1.5000 0.0657 4 2.9340 -6.7000 45.2485 23.6285 45.70 45. 4
 Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 2.5000 0.0657 4 2.9340 -5.6000 35.1055 13.4855 45.70 45. 4
 Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 3.5000 0.0657 4 2.9340 -12.3500 34.3485 12.7285 45.70 45. 4
 Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 4.5000 0.0657 4 2.9340 12.3500 34.3485 12.7285 45.70 45. 4
 Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 5.5000 0.0657 4 2.9340 5.6000 35.1055 13.4855 45.70 45. 4
 Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 6.5000 0.0657 4 2.9340 6.7000 45.2485 23.6285 45.70 45. 4
 Line conductor card. 2.001E-01 3.455E-01 4 | 0.2001 0.3455 4 1.5420 -10.4000 51.7200 33.3900 0.00 0. 1
 Line conductor card. 3.750E-01 5.173E-01 4 | 0.3750 0.5173 4 1.4400 10.4000 51.7200 33.3900 0.00 0. 1
 Blank card terminating conductor cards. |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
 Frequency card. 1.000E+03 6.000E+01 0.000E+00 | 1000 60.00 1 111 111 1 0.00 0

Line conductor table after sorting and initial processing.

| Table Row | Phase Number | Skin effect R-type | Resistance R (ohm/km) | Reactance data X-type | Reactance data X(ohm/km) or GMR | Diameter (cm) | Horizontal X (mtrs) | Avg height Y (mtrs) | Name |
|-----------|--------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|------|
| 1 | 1 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -6.471 | 30.607 | |
| 2 | 2 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -5.371 | 20.464 | |
| 3 | 3 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -12.121 | 19.707 | |
| 4 | 4 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 12.579 | 19.707 | |
| 5 | 5 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 5.829 | 20.464 | |
| 6 | 6 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 6.928 | 30.607 | |
| 7 | 1 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -6.928 | 30.607 | |
| 8 | 1 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -6.928 | 31.064 | |
| 9 | 1 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -6.471 | 31.064 | |
| 10 | 2 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -5.829 | 20.464 | |
| 11 | 2 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -5.829 | 20.921 | |
| 12 | 2 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -5.371 | 20.921 | |
| 13 | 3 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -12.579 | 19.707 | |
| 14 | 3 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -12.579 | 20.164 | |
| 15 | 3 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -12.121 | 20.164 | |

| | |
|---|--|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B</p> |
| <p>COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO</p> | <p>Rev. 0 Folha 112 de 143</p> |

| | | | | | | | | |
|----|---|--------|--------|---|---------|---------|---------|--------|
| 16 | 4 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 12.121 | 19.707 |
| 17 | 4 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 12.121 | 20.164 |
| 18 | 4 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 12.579 | 20.164 |
| 19 | 5 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 5.371 | 20.464 |
| 20 | 5 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 5.371 | 20.921 |
| 21 | 5 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 5.829 | 20.921 |
| 22 | 6 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 6.471 | 30.607 |
| 23 | 6 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 6.471 | 31.064 |
| 24 | 6 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 6.928 | 31.064 |
| 25 | 0 | .20010 | .34550 | 4 | .000000 | 1.54200 | -10.400 | 39.500 |
| 26 | 0 | .37500 | .51730 | 4 | .000000 | 1.44000 | 10.400 | 39.500 |

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

| | |
|----|---|
| 1 | 1.262443E-08 |
| 2 | -1.232821E-10 1.265957E-08 |
| 3 | -9.456600E-11 -2.084869E-10 1.264855E-08 |
| 4 | -2.590096E-11 -3.869336E-11 -1.562621E-11 1.261407E-08 |
| 5 | -5.261725E-11 -1.089098E-10 -3.580924E-11 -2.106641E-10 1.267763E-08 |
| 6 | -9.767421E-11 -5.451717E-11 -2.352413E-11 -1.074781E-10 -1.221570E-10 1.261864E-08 |
| 7 | -3.722809E-09 -1.181824E-10 -1.077018E-10 -2.229303E-11 -4.460440E-11 -7.981272E-11 1.261883E-08 |
| 8 | -2.083928E-09 -9.591155E-11 -9.299687E-11 -2.213549E-11 -4.037710E-11 -8.337172E-11 -3.732822E-09 1.260579E-08 |
| 9 | -3.727526E-09 -1.002389E-10 -8.095601E-11 -2.563889E-11 -4.783335E-11 -1.012797E-10 -2.083968E-09 -3.736192E-09 1.261068E-08 |
| 10 | -1.221123E-10 -3.677916E-09 -2.729680E-10 -3.127870E-11 -8.454443E-11 -4.461301E-11 -1.221186E-10 -9.882979E-11 -9.867833E-11 1.267763E-08 |
| 11 | -1.607042E-10 -2.029579E-09 -2.529234E-10 -2.957469E-11 -8.075054E-11 -5.220521E-11 -1.596551E-10 -1.274626E-10 -1.281762E-10 -3.665208E-09 1.268179E-08 |
| 12 | -1.615073E-10 -3.682516E-09 -1.914701E-10 -3.682306E-11 -1.047364E-10 -6.286788E-11 -1.544813E-10 -1.236654E-10 -1.295988E-10 -2.029797E-09 -3.672957E-09 1.266519E-08 |
| 13 | -9.228327E-11 -1.653621E-10 -3.714257E-09 -1.417312E-11 -3.127527E-11 -2.229035E-11 -1.074159E-10 -9.508377E-11 -8.106772E-11 -2.106512E-10 -1.968507E-10 -1.532911E-10 1.261409E-08 |
| 14 | -1.143768E-10 -1.611582E-10 -2.066346E-09 -1.364193E-11 -2.988787E-11 -2.501841E-11 -1.342867E-10 -1.180763E-10 -9.977569E-11 |

| | |
|--|-----------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 Folha 113 de 143 |

-2.088098E-10 -2.099656E-10 -1.616397E-10 -3.729339E-09 1.261616E-08

15 -1.177832E-10 -2.034836E-10 -3.693717E-09 -1.497921E-11 -3.419563E-11 -2.634506E-11 -1.356486E-10 -1.165882E-10 -1.003332E-10
-2.709600E-10 -2.688810E-10 -2.013842E-10 -2.066614E-09 -3.711041E-09 1.265304E-08

16 -2.746525E-11 -4.455959E-11 -1.738445E-11 -3.714275E-09 -2.729793E-10 -1.077563E-10 -2.352516E-11 -2.290802E-11 -2.670081E-11
-3.581197E-11 -3.373197E-11 -4.228044E-11 -1.562577E-11 -1.492687E-11 -1.655507E-11 1.264854E-08

17 -3.097786E-11 -4.268223E-11 -1.655535E-11 -2.066636E-09 -2.709737E-10 -1.357147E-10 -2.634726E-11 -2.596783E-11 -3.044864E-11
-3.419914E-11 -3.329504E-11 -4.170524E-11 -1.497900E-11 -1.468559E-11 -1.616541E-11 -3.693736E-09 1.265301E-08

18 -2.927512E-11 -3.707969E-11 -1.492762E-11 -3.729364E-09 -2.088253E-10 -1.343608E-10 -2.502237E-11 -2.511134E-11 -2.925945E-11
-2.989211E-11 -2.925557E-11 -3.638960E-11 -1.364219E-11 -1.348599E-11 -1.468612E-11 -2.066367E-09 -3.711067E-09 1.261613E-08

19 -6.418115E-11 -1.416960E-10 -4.455580E-11 -1.653740E-10 -3.677923E-09 -1.182173E-10 -5.450487E-11 -4.851759E-11 -5.743999E-11
-1.089089E-10 -1.045457E-10 -1.368953E-10 -3.868876E-11 -3.707405E-11 -4.267745E-11 -2.084972E-10 -2.034961E-10 -1.611723E-10
1.265956E-08

20 -7.492937E-11 -1.368955E-10 -4.227615E-11 -1.533056E-10 -2.029805E-09 -1.545242E-10 -6.285404E-11 -5.653483E-11 -6.773110E-11
-1.047355E-10 -1.049444E-10 -1.373244E-10 -3.681783E-11 -3.638318E-11 -4.169982E-11 -1.914827E-10 -2.013995E-10 -1.616571E-10
-3.682523E-09 1.266519E-08

21 -6.238863E-11 -1.045469E-10 -3.372884E-11 -1.968664E-10 -3.665217E-09 -1.597018E-10 -5.219538E-11 -4.774650E-11 -5.727907E-11
-8.075067E-11 -8.096990E-11 -1.049456E-10 -2.957073E-11 -2.925066E-11 -3.329100E-11 -2.529371E-10 -2.688977E-10 -2.099844E-10
-2.029587E-09 -3.672967E-09 1.268178E-08

22 -1.208242E-10 -6.418900E-11 -2.745976E-11 -9.233803E-11 -1.221452E-10 -3.722972E-09 -9.765853E-11 -1.013924E-10 -1.245900E-10
-5.262157E-11 -6.239332E-11 -7.493791E-11 -2.589338E-11 -2.926541E-11 -3.097037E-11 -9.461389E-11 -1.178414E-10 -1.144422E-10
-1.233116E-10 -1.615437E-10 -1.607444E-10 1.262429E-08

23 -1.245962E-10 -5.745116E-11 -2.669599E-11 -8.113628E-11 -9.871992E-11 -2.084173E-09 -1.012671E-10 -1.079628E-10 -1.316857E-10
-4.784022E-11 -5.728672E-11 -6.774342E-11 -2.563174E-11 -2.925008E-11 -3.044174E-11 -8.101601E-11 -1.004060E-10 -9.985748E-11
-1.002765E-10 -1.296449E-10 -1.282269E-10 -3.727705E-09 1.261045E-08

24 -1.014157E-10 -4.853360E-11 -2.290805E-11 -9.516046E-11 -9.887735E-11 -3.733052E-09 -8.337616E-11 -8.958370E-11 -1.079833E-10
-4.038864E-11 -4.775975E-11 -5.655294E-11 -2.213366E-11 -2.510822E-11 -2.596668E-11 -9.306413E-11 -1.166698E-10 -1.181678E-10
-9.595494E-11 -1.237186E-10 -1.275205E-10 -2.084130E-09 -3.736446E-09 1.260550E-08

| | |
|---|--|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B</p> |
| <p>COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO</p> | <p>Rev. 0 Folha 114 de 143</p> |

```

25 -3.761893E-10 -8.712085E-11 -1.207334E-10 -4.101297E-11 -4.817948E-11 -1.408382E-10 -4.154471E-10 -5.094196E-10 -4.663042E-10
-9.201704E-11 -1.116132E-10 -1.059615E-10 -1.365935E-10 -1.622792E-10 -1.457260E-10 -3.890116E-11 -4.505335E-11 -4.719691E-11
-5.379936E-11 -6.323505E-11 -5.723564E-11 -1.584557E-10 -1.829432E-10 -1.639208E-10 6.724623E-09
26 -1.569428E-10 -5.330868E-11 -3.851370E-11 -1.354496E-10 -9.123483E-11 -4.119589E-10 -1.394476E-10 -1.622877E-10 -1.811784E-10
-4.773214E-11 -5.670291E-11 -6.265630E-11 -4.059921E-11 -4.671788E-11 -4.460127E-11 -1.197208E-10 -1.445049E-10 -1.609211E-10
-8.637563E-11 -1.050563E-10 -1.106651E-10 -3.730132E-10 -4.623749E-10 -5.051473E-10 -4.636687E-10 6.669713E-09
    
```

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

```

1 1.228523E-08
2 -2.024605E-09 1.316824E-08
3 -1.688940E-09 -3.338286E-09 1.256921E-08
4 -4.189775E-10 -5.772524E-10 -2.420399E-10 1.256886E-08
5 -8.917346E-10 -1.726100E-09 -5.771823E-10 -3.338512E-09 1.316811E-08
6 -1.654474E-09 -8.919015E-10 -4.189030E-10 -1.690023E-09 -2.025285E-09 1.228193E-08
    
```

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence (0, 1, 2), (0, 1, 2), etc.; columns proceed in the sequence (0, 2, 1), (0, 2, 1), etc.

```

0 7.973008E-09
0.000000E+00
1 2.993405E-10 -1.182173E-09
7.602666E-11 -3.667208E-10
2 2.993405E-10 1.502484E-08 -1.182173E-09
-7.602666E-11 -1.525374E-25 3.667208E-10
0 -2.466189E-09 -2.494990E-10 -2.494990E-10 7.970419E-09
0.000000E+00 -5.649744E-10 5.649744E-10 0.000000E+00
1 6.139594E-10 2.890636E-10 -4.889598E-11 -2.150487E-10 2.739344E-10
-6.631964E-11 5.007718E-10 2.260999E-10 -2.200609E-10 -1.207572E-09
2 6.139594E-10 -4.889598E-11 2.890636E-10 -2.150487E-10 1.502424E-08 2.739344E-10
6.631964E-11 -2.260999E-10 -5.007718E-10 2.200609E-10 4.111722E-26 1.207572E-09
    
```

Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

```

1 1.252603E-01
9.338484E-01
    
```

| | |
|---|--|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B</p> |
| <p>COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO</p> | <p>Rev. 0 Folha 115 de 143</p> |

| | | | | | | | | | | |
|----|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--|
| 2 | 5.802334E-02 4.215564E-01 | 1.257175E-01 9.333592E-01 | | | | | | | | |
| 3 | 5.803997E-02 4.075803E-01 | 5.827006E-02 4.519683E-01 | 1.257521E-01 9.333226E-01 | | | | | | | |
| 4 | 5.803517E-02 3.637809E-01 | 5.826579E-02 3.786302E-01 | 5.827865E-02 3.546117E-01 | 1.257521E-01 9.333226E-01 | | | | | | |
| 5 | 5.802118E-02 3.879012E-01 | 5.825153E-02 4.142785E-01 | 5.826579E-02 3.786302E-01 | 5.827006E-02 4.519683E-01 | 1.257175E-01 9.333592E-01 | | | | | |
| 6 | 5.779378E-02 4.012458E-01 | 5.802118E-02 3.879012E-01 | 5.803517E-02 3.637809E-01 | 5.803997E-02 4.075803E-01 | 5.802334E-02 4.215564E-01 | 1.252603E-01 9.338484E-01 | | | | |
| 7 | 5.779624E-02 6.559655E-01 | 5.802333E-02 4.211192E-01 | 5.804004E-02 4.088404E-01 | 5.803492E-02 3.624266E-01 | 5.802101E-02 3.862399E-01 | 5.779361E-02 3.987173E-01 | 1.252603E-01 9.338484E-01 | | | |
| 8 | 5.778607E-02 6.298454E-01 | 5.801303E-02 4.178807E-01 | 5.802973E-02 4.063087E-01 | 5.802463E-02 3.616774E-01 | 5.801072E-02 3.849290E-01 | 5.778346E-02 3.986873E-01 | 5.778607E-02 6.559765E-01 | 1.252399E-01 9.338703E-01 | | |
| 9 | 5.778607E-02 6.559765E-01 | 5.801305E-02 4.182816E-01 | 5.802966E-02 4.051295E-01 | 5.802488E-02 3.630042E-01 | 5.801089E-02 3.865317E-01 | 5.778362E-02 4.012129E-01 | 5.778607E-02 6.298454E-01 | 5.777591E-02 6.559875E-01 | 1.252399E-01 9.338703E-01 | |
| 10 | 5.802336E-02 4.218460E-01 | 5.825346E-02 6.554764E-01 | 5.827015E-02 4.571836E-01 | 5.826553E-02 3.767380E-01 | 5.825137E-02 4.112631E-01 | 5.802101E-02 3.862399E-01 | 5.802334E-02 4.215564E-01 | 5.801305E-02 4.182816E-01 | 5.801306E-02 4.185469E-01 | |
| | 1.257175E-01 9.333592E-01 | | | | | | | | | |
| 11 | 5.801306E-02 4.253185E-01 | 5.824303E-02 6.293563E-01 | 5.825971E-02 4.563588E-01 | 5.825510E-02 3.766491E-01 | 5.824094E-02 4.112163E-01 | 5.801072E-02 3.875595E-01 | 5.801305E-02 4.250012E-01 | 5.800276E-02 4.215784E-01 | 5.800277E-02 4.218680E-01 | |
| | 5.824303E-02 6.554874E-01 | 1.256966E-01 9.333813E-01 | | | | | | | | |
| 12 | 5.801305E-02 4.250012E-01 | 5.824303E-02 6.554874E-01 | 5.825961E-02 4.512504E-01 | 5.825536E-02 3.785362E-01 | 5.824110E-02 4.142268E-01 | 5.801089E-02 3.892808E-01 | 5.801303E-02 4.245225E-01 | 5.800274E-02 4.211412E-01 | 5.800276E-02 4.215784E-01 | |
| | 5.824303E-02 6.293563E-01 | 5.823260E-02 6.554985E-01 | 1.256966E-01 9.333813E-01 | | | | | | | |
| 13 | 5.803989E-02 4.062599E-01 | 5.826996E-02 4.470865E-01 | 5.828808E-02 6.554398E-01 | 5.827830E-02 3.532295E-01 | 5.826553E-02 3.767380E-01 | 5.803492E-02 3.624266E-01 | 5.803997E-02 4.075803E-01 | 5.802966E-02 4.051295E-01 | 5.802958E-02 4.038912E-01 | |
| | 5.827006E-02 4.519683E-01 | 5.825961E-02 4.512504E-01 | 5.825952E-02 4.464564E-01 | 1.257521E-01 9.333226E-01 | | | | | | |
| 14 | 5.802958E-02 4.087032E-01 | 5.825952E-02 4.474459E-01 | 5.827762E-02 6.293197E-01 | 5.826787E-02 3.532282E-01 | 5.825510E-02 3.768027E-01 | 5.802463E-02 3.631813E-01 | 5.802966E-02 4.101133E-01 | 5.801936E-02 4.076023E-01 | 5.801929E-02 4.062819E-01 | |
| | 5.825961E-02 4.523761E-01 | 5.824918E-02 4.519904E-01 | 5.824908E-02 4.471086E-01 | 5.827762E-02 6.554508E-01 | 1.257312E-01 9.333447E-01 | | | | | |

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 116 de 143 |

| | | | | | | | | | |
|----|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 15 | 5.802966E-02 4.101133E-01 | 5.825961E-02 4.523761E-01 | 5.827762E-02 6.554508E-01 | 5.826822E-02 3.546099E-01 | 5.825536E-02 3.786977E-01 | 5.802488E-02 3.645631E-01 | 5.802973E-02 4.114622E-01 | 5.801943E-02 4.088625E-01 | 5.801936E-02 4.076023E-01 |
| | 5.825971E-02 4.576507E-01 | 5.824927E-02 4.572057E-01 | 5.824918E-02 4.519904E-01 | 5.827762E-02 6.293197E-01 | 5.826717E-02 6.554619E-01 | 1.257312E-01 9.333447E-01 | | | |
| 16 | 5.803542E-02 3.651518E-01 | 5.826604E-02 3.805711E-01 | 5.827899E-02 3.560198E-01 | 5.828808E-02 6.554398E-01 | 5.827015E-02 4.571836E-01 | 5.804004E-02 4.088404E-01 | 5.803517E-02 3.637809E-01 | 5.802488E-02 3.630042E-01 | 5.802513E-02 3.643462E-01 |
| | 5.826579E-02 3.786302E-01 | 5.825536E-02 3.785362E-01 | 5.825561E-02 3.804716E-01 | 5.827865E-02 3.546117E-01 | 5.826822E-02 3.546099E-01 | 5.826856E-02 3.560174E-01 | 1.257521E-01 9.333226E-01 | | |
| 17 | 5.802513E-02 3.659629E-01 | 5.825561E-02 3.806416E-01 | 5.826856E-02 3.560174E-01 | 5.827762E-02 6.293197E-01 | 5.825971E-02 4.576507E-01 | 5.802973E-02 4.114622E-01 | 5.802488E-02 3.645631E-01 | 5.801460E-02 3.638030E-01 | 5.801484E-02 3.651739E-01 |
| | 5.825536E-02 3.786977E-01 | 5.824493E-02 3.786523E-01 | 5.824518E-02 3.805932E-01 | 5.826822E-02 3.546099E-01 | 5.825780E-02 3.546339E-01 | 5.825814E-02 3.560419E-01 | 5.827762E-02 6.554508E-01 | 1.257312E-01 9.333447E-01 | |
| 18 | 5.802488E-02 3.645631E-01 | 5.825536E-02 3.786977E-01 | 5.826822E-02 3.546099E-01 | 5.827762E-02 6.554508E-01 | 5.825961E-02 4.523761E-01 | 5.802966E-02 4.101133E-01 | 5.802463E-02 3.631813E-01 | 5.801434E-02 3.624487E-01 | 5.801460E-02 3.638030E-01 |
| | 5.825510E-02 3.768027E-01 | 5.824468E-02 3.767601E-01 | 5.824493E-02 3.786523E-01 | 5.826787E-02 3.532282E-01 | 5.825745E-02 3.532517E-01 | 5.825780E-02 3.546339E-01 | 5.827762E-02 6.293197E-01 | 5.826717E-02 6.554619E-01 | 1.257312E-01 9.333447E-01 |
| 19 | 5.802134E-02 3.895742E-01 | 5.825169E-02 4.174195E-01 | 5.826604E-02 3.805711E-01 | 5.826996E-02 4.470865E-01 | 5.825346E-02 6.554764E-01 | 5.802333E-02 4.211192E-01 | 5.802118E-02 3.879012E-01 | 5.801089E-02 3.865317E-01 | 5.801104E-02 3.881433E-01 |
| | 5.825153E-02 4.142785E-01 | 5.824110E-02 4.142268E-01 | 5.824126E-02 4.173624E-01 | 5.826579E-02 3.786302E-01 | 5.825536E-02 3.786977E-01 | 5.825561E-02 3.806416E-01 | 5.827006E-02 4.519683E-01 | 5.825961E-02 4.523761E-01 | 5.825952E-02 4.474459E-01 |
| | 1.257175E-01 9.333592E-01 | | | | | | | | |
| 20 | 5.801104E-02 3.910171E-01 | 5.824126E-02 4.173624E-01 | 5.825561E-02 3.804716E-01 | 5.825952E-02 4.464564E-01 | 5.824303E-02 6.293563E-01 | 5.801303E-02 4.245225E-01 | 5.801089E-02 3.892808E-01 | 5.800060E-02 3.879232E-01 | 5.800076E-02 3.895962E-01 |
| | 5.824110E-02 4.142268E-01 | 5.823068E-02 4.143006E-01 | 5.823084E-02 4.174416E-01 | 5.825536E-02 3.785362E-01 | 5.824493E-02 3.786523E-01 | 5.824518E-02 3.805932E-01 | 5.825961E-02 4.512504E-01 | 5.824918E-02 4.519904E-01 | 5.824908E-02 4.471086E-01 |
| | 5.824303E-02 6.554874E-01 | 1.256966E-01 9.333813E-01 | | | | | | | |
| 21 | 5.801089E-02 3.892808E-01 | 5.824110E-02 4.142268E-01 | 5.825536E-02 3.785362E-01 | 5.825961E-02 4.512504E-01 | 5.824303E-02 6.554874E-01 | 5.801305E-02 4.250012E-01 | 5.801072E-02 3.875595E-01 | 5.800044E-02 3.862619E-01 | 5.800060E-02 3.879232E-01 |
| | 5.824094E-02 4.112163E-01 | 5.823052E-02 4.112852E-01 | 5.823068E-02 4.143006E-01 | 5.825510E-02 3.766491E-01 | 5.824468E-02 3.767601E-01 | 5.824493E-02 3.786523E-01 | 5.825971E-02 4.563588E-01 | 5.824927E-02 4.572057E-01 | 5.824918E-02 4.519904E-01 |
| | 5.824303E-02 6.293563E-01 | 5.823260E-02 6.554985E-01 | 1.256966E-01 9.333813E-01 | | | | | | |
| 22 | 5.779395E-02 4.038620E-01 | 5.802134E-02 3.895742E-01 | 5.803542E-02 3.651518E-01 | 5.803989E-02 4.062599E-01 | 5.802336E-02 4.218460E-01 | 5.779624E-02 6.559655E-01 | 5.779378E-02 4.012458E-01 | 5.778362E-02 4.012129E-01 | 5.778379E-02 4.038260E-01 |

| | |
|---|--|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B</p> |
| <p>COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO</p> | <p>Rev. 0</p> |
| | <p>Folha 117 de 143</p> |

| | | | | | | | | | |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 5.802118E-02 | 5.801089E-02 | 5.801104E-02 | 5.803517E-02 | 5.802488E-02 | 5.802513E-02 | 5.803997E-02 | 5.802966E-02 | 5.802958E-02 |
| | 3.879012E-01 | 3.892808E-01 | 3.910171E-01 | 3.637809E-01 | 3.645631E-01 | 3.659629E-01 | 4.075803E-01 | 4.101133E-01 | 4.087032E-01 |
| | 5.802334E-02 | 5.801305E-02 | 5.801306E-02 | 1.252603E-01 | | | | | |
| | 4.215564E-01 | 4.250012E-01 | 4.253185E-01 | 9.338484E-01 | | | | | |
| 23 | 5.778379E-02 | 5.801104E-02 | 5.802513E-02 | 5.802958E-02 | 5.801306E-02 | 5.778607E-02 | 5.778362E-02 | 5.777347E-02 | 5.777363E-02 |
| | 4.038260E-01 | 3.881433E-01 | 3.643462E-01 | 4.038912E-01 | 4.185469E-01 | 6.298454E-01 | 4.012129E-01 | 4.012677E-01 | 4.038840E-01 |
| | 5.801089E-02 | 5.800060E-02 | 5.800076E-02 | 5.802488E-02 | 5.801460E-02 | 5.801484E-02 | 5.802966E-02 | 5.801936E-02 | 5.801929E-02 |
| | 3.865317E-01 | 3.879232E-01 | 3.895962E-01 | 3.630042E-01 | 3.638030E-01 | 3.651739E-01 | 4.051295E-01 | 4.076023E-01 | 4.062819E-01 |
| | 5.801305E-02 | 5.800276E-02 | 5.800277E-02 | 5.778607E-02 | 1.252399E-01 | | | | |
| | 4.182816E-01 | 4.215784E-01 | 4.218680E-01 | 6.559765E-01 | 9.338703E-01 | | | | |
| 24 | 5.778362E-02 | 5.801089E-02 | 5.802488E-02 | 5.802966E-02 | 5.801305E-02 | 5.778607E-02 | 5.778346E-02 | 5.777330E-02 | 5.777347E-02 |
| | 4.012129E-01 | 3.865317E-01 | 3.630042E-01 | 4.051295E-01 | 4.182816E-01 | 6.559765E-01 | 3.986873E-01 | 3.987392E-01 | 4.012677E-01 |
| | 5.801072E-02 | 5.800044E-02 | 5.800060E-02 | 5.802463E-02 | 5.801434E-02 | 5.801460E-02 | 5.802973E-02 | 5.801943E-02 | 5.801936E-02 |
| | 3.849290E-01 | 3.862619E-01 | 3.879232E-01 | 3.616774E-01 | 3.624487E-01 | 3.638030E-01 | 4.063087E-01 | 4.088625E-01 | 4.076023E-01 |
| | 5.801303E-02 | 5.800274E-02 | 5.800276E-02 | 5.778607E-02 | 5.777591E-02 | 1.252399E-01 | | | |
| | 4.178807E-01 | 4.211412E-01 | 4.215784E-01 | 6.298454E-01 | 6.559875E-01 | 9.338703E-01 | | | |
| 25 | 5.759922E-02 | 5.782372E-02 | 5.784090E-02 | 5.783367E-02 | 5.782045E-02 | 5.759549E-02 | 5.759926E-02 | 5.758921E-02 | 5.758916E-02 |
| | 4.256485E-01 | 3.722004E-01 | 3.715006E-01 | 3.396120E-01 | 3.541510E-01 | 3.732608E-01 | 4.270219E-01 | 4.304598E-01 | 4.289582E-01 |
| | 5.782378E-02 | 5.781360E-02 | 5.781354E-02 | 5.784088E-02 | 5.783069E-02 | 5.783071E-02 | 5.783396E-02 | 5.782378E-02 | 5.782350E-02 |
| | 3.726295E-01 | 3.743704E-01 | 3.739213E-01 | 3.713308E-01 | 3.730815E-01 | 3.732593E-01 | 3.404740E-01 | 3.412425E-01 | 3.403632E-01 |
| | 5.782065E-02 | 5.781047E-02 | 5.781027E-02 | 5.759570E-02 | 5.758565E-02 | 5.758545E-02 | 4.029743E-01 | | |
| | 3.550425E-01 | 3.561291E-01 | 3.552122E-01 | 3.748468E-01 | 3.756877E-01 | 3.740671E-01 | 9.740149E-01 | | |
| 26 | 5.759570E-02 | 5.782065E-02 | 5.783396E-02 | 5.784088E-02 | 5.782378E-02 | 5.759926E-02 | 5.759549E-02 | 5.758545E-02 | 5.758565E-02 |
| | 3.748468E-01 | 3.550425E-01 | 3.404740E-01 | 3.713308E-01 | 3.726295E-01 | 4.270219E-01 | 3.732608E-01 | 3.740671E-01 | 3.756877E-01 |
| | 5.782045E-02 | 5.781027E-02 | 5.781047E-02 | 5.783367E-02 | 5.782350E-02 | 5.782378E-02 | 5.784090E-02 | 5.783071E-02 | 5.783069E-02 |
| | 3.541510E-01 | 3.552122E-01 | 3.561291E-01 | 3.396120E-01 | 3.403632E-01 | 3.412425E-01 | 3.715006E-01 | 3.732593E-01 | 3.730815E-01 |
| | 5.782372E-02 | 5.781354E-02 | 5.781360E-02 | 5.759922E-02 | 5.758916E-02 | 5.758921E-02 | 5.739924E-02 | 5.748714E-01 | |
| | 3.722004E-01 | 3.739213E-01 | 3.743704E-01 | 4.256485E-01 | 4.289582E-01 | 4.304598E-01 | 3.685207E-01 | 9.861391E-01 | |

Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter] for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

| | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 9.473259E-02 | | |
| | 4.903265E-01 | | |
| 2 | 7.320149E-02 | 8.652862E-02 | |
| | 2.150414E-01 | 5.312121E-01 | |
| 3 | 7.221338E-02 | 6.863242E-02 | 8.462007E-02 |
| | 2.046142E-01 | 2.683011E-01 | 5.379013E-01 |

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 118 de 143 |

```

4 7.213140E-02 6.931526E-02 6.805617E-02 8.686767E-02
  1.643611E-01 1.971271E-01 1.768564E-01 5.407473E-01

5 7.315560E-02 7.004405E-02 6.881274E-02 7.041566E-02 8.783108E-02
  1.834037E-01 2.283457E-01 1.964810E-01 2.705699E-01 5.328740E-01

6 7.774394E-02 7.437441E-02 7.278805E-02 7.533449E-02 7.582457E-02 9.887479E-02
  1.785808E-01 1.849310E-01 1.651340E-01 2.086276E-01 2.184162E-01 4.957763E-01
    
```

Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter] for symmetrical components of the equivalent phase conductor
 Rows proceed in the sequence (0, 1, 2), (0, 1, 2), etc.; columns proceed in the sequence (0, 2, 1), (0, 2, 1), etc.

```

0 2.313253E-01
  9.784511E-01

1 3.332041E-03 -7.615082E-03
 -3.339831E-02 2.425836E-02

2 5.490131E-03 1.727800E-02 8.287233E-03
 -3.507069E-02 2.904944E-01 2.421929E-02

0 2.154739E-01 -1.698653E-02 2.454360E-02 2.389077E-01
  5.584069E-01 -1.485378E-02 -1.720749E-02 9.882083E-01

1 -2.595963E-02 1.092609E-02 7.538382E-03 -3.173531E-02 -2.524863E-02
 -1.375332E-02 -6.485875E-03 -3.655578E-04 1.126024E-02 -4.966125E-03

2 1.998858E-02 -8.048758E-03 -1.108142E-02 2.544547E-02 1.733294E-02 2.485777E-02
 -6.308962E-03 -2.005716E-04 -6.147980E-03 2.047622E-02 2.905947E-01 -5.662442E-03
    
```

| Sequence | Surge impedance | | Attenuation | velocity | Wavelength | Resistance | Reactance | Susceptance |
|-----------|-----------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | magnitude (ohm) | angle (degr.) | db/km | km/sec | km | ohm/km | ohm/km | mho/km |
| Zero : | 5.78360E+02 | -6.65081E+00 | 1.74881E-03 | 2.18329E+05 | 3.63882E+03 | 2.31325E-01 | 9.78451E-01 | 3.00575E-06 |
| Positive: | 2.26664E+02 | -1.70191E+00 | 3.31198E-04 | 2.93765E+05 | 4.89608E+03 | 1.72780E-02 | 2.90494E-01 | 5.66423E-06 |

Request for flushing of punch buffer. |\$PUNCH

| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 119 de 143 |

ANEXO 6C – LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 C1

--- 22 cards of disk file read into card cache cells 1 onward.
 Alternative Transients Program (ATP), GNU Linux or DOS. All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 04-Jun-19 10:19:40 Name of disk plot file is C:\ATP\ATPMINGW\LTD.pl4
 Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland, Oregon, USA. Source code date is 23 July 2007.
 Total size of LABCOM tables = 10913313 INTEGER words. 31 VARDIM List Sizes follow: 6002 10K 192K 900 420K 1200 15K
 120K 2250 3800 720 2K 72800 510 90K 800 90 254 120K 100K 3K 15K 192K 120 45K 260K 600 210K 600 19 200

 Descriptive interpretation of input data cards. | Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
 0 1 2 3 4 5 6 7 8
 012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

 Comment card. NUMDCD = 1. |C data:C:\ATP\ATPMINGW\LTD.DAT
 Marker card preceding new EMTP data case. |BEGIN NEW DATA CASE
 Compute overhead line constants. Limit = 190 |LINE CONSTANTS
 Request for metric (not English) units. |METRIC
 Comment card. NUMDCD = 5. |C LINHA: LT 525 KV JOINVILLE DO SUL - ITAJAÍ 2 CS
 Comment card. NUMDCD = 6. |C CABO UTILIZADOS:
 Comment card. NUMDCD = 7. |C AUTOR: MARTE\VITOR.LIMA
 Comment card. NUMDCD = 8. |C GERADO EM 04/06/2019
 Comment card. NUMDCD = 9. |C MARTE ENGENHARIA
 Comment card. NUMDCD = 10. |C SKIN RESIS REACT DIAM HORIZ VTOWER VMID SEPAR ALPHA NB
 Comment card. NUMDCD = 11. |C |-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
 Comment card. NUMDCD = 12. |C 3456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
 Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 1.5000 0.0657 4 2.9340 -7.9000 34.2485 12.7285 45.70 45. 4
 Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 2.5000 0.0657 4 2.9340 0.0000 41.4915 19.9715 45.70 45. 4
 Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 3.5000 0.0657 4 2.9340 7.9000 34.2485 12.7285 45.70 45. 4
 Line conductor card. 5.000E-01 4.230E+00 4 | 0.5000 4.2300 4 0.9144 -6.0750 46.9200 28.7600 0.00 0. 1
 Line conductor card. 2.313E-01 8.033E-01 4 | 0.2313 0.8033 4 1.3400 6.0750 46.9200 28.7600 0.00 0. 1
 Blank card terminating conductor cards. |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
 Frequency card. 1.000E+03 6.000E+01 0.000E+00 | 1000 60.00 1 111 111 1 0.00 0

Line conductor table after sorting and initial processing.

| Table Row | Phase Number | Skin effect R-type | Resistance R (ohm/km) | Reactance data X-type | Reactance data specification X(ohm/km) or GMR | Diameter (cm) | Horizontal X (mtrs) | Avg height Y (mtrs) | Name |
|-----------|--------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|---|-----------------|---------------------|---------------------|------|
| 1 | 1 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -7.672 | 19.673 | |
| 2 | 2 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 0.229 | 26.916 | |
| 3 | 3 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 8.129 | 19.673 | |
| 4 | 1 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -8.129 | 19.673 | |
| 5 | 1 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -8.129 | 20.130 | |
| 6 | 1 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -7.672 | 20.130 | |
| 7 | 2 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -0.228 | 26.916 | |
| 8 | 2 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -0.229 | 27.373 | |
| 9 | 2 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 0.228 | 27.373 | |
| 10 | 3 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 7.672 | 19.673 | |
| 11 | 3 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 7.672 | 20.130 | |
| 12 | 3 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 8.129 | 20.130 | |
| 13 | 0 | .50000 | 4.23000 | 4 | .000000 | .91440 | -6.075 | 34.813 | |
| 14 | 0 | .23130 | .80330 | 4 | .000000 | 1.34000 | 6.075 | 34.813 | |

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

| | |
|--|-----------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 120 de 143 |

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

```

1  1.259377E-08
2  -1.463264E-10  1.262242E-08
3  -8.172668E-11 -1.473850E-10  1.258021E-08
4  -3.757394E-09 -1.260895E-10 -6.896035E-11  1.257996E-08
5  -2.110096E-09 -1.434491E-10 -6.673307E-11 -3.764071E-09  1.258078E-08
6  -3.749197E-09 -1.653302E-10 -7.911975E-11 -2.110412E-09 -3.755487E-09  1.259683E-08
7  -1.696939E-10 -3.722571E-09 -1.258718E-10 -1.477096E-10 -1.719110E-10 -1.961814E-10  1.262219E-08
8  -1.468159E-10 -2.080785E-09 -1.112975E-10 -1.317371E-10 -1.553365E-10 -1.721654E-10 -3.726736E-09  1.261415E-08
9  -1.254696E-10 -3.726468E-09 -1.313521E-10 -1.115639E-10 -1.287349E-10 -1.438622E-10 -2.080796E-09 -3.730519E-09  1.261446E-08
10 -9.776928E-11 -1.694080E-10 -3.757164E-09 -8.174091E-11 -7.895728E-11 -9.454876E-11 -1.461448E-10 -1.252468E-10 -1.464773E-10
    1.259398E-08
11 -9.453805E-11 -1.958210E-10 -2.110130E-09 -7.912552E-11 -7.802214E-11 -9.316883E-11 -1.650926E-10 -1.435713E-10 -1.717383E-10
    -3.748938E-09  1.259715E-08
12 -7.893173E-11 -1.715102E-10 -3.763768E-09 -6.672401E-11 -6.602629E-11 -7.800495E-11 -1.431738E-10 -1.283986E-10 -1.548609E-10
    -2.109817E-09 -3.755146E-09  1.258115E-08
13 -2.019072E-10 -3.193272E-10 -1.032251E-10 -2.133258E-10 -2.544894E-10 -2.425021E-10 -3.663219E-10 -4.378012E-10 -3.856230E-10
    -1.069840E-10 -1.211110E-10 -1.172321E-10  6.373679E-09
14 -1.129677E-10 -3.848112E-10 -2.236483E-10 -1.090981E-10 -1.239677E-10 -1.279598E-10 -3.359173E-10 -4.056328E-10 -4.599197E-10
    -2.117270E-10 -2.542566E-10 -2.667719E-10 -7.482043E-10  6.661492E-09
    
```

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

```

1  1.185803E-08
2  -2.382377E-09  1.233746E-08
3  -1.284098E-09 -2.377350E-09  1.186256E-08
    
```

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence (0, 1, 2), (0, 1, 2), etc.; columns proceed in the sequence (0, 2, 1), (0, 2, 1), etc.

```

0  7.990135E-09
    
```

| | |
|---|--|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B</p> |
| <p>COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO</p> | <p>Rev. 0 Folha 121 de 143</p> |


```

0.000000E+00
1 1.007096E-10 -4.434033E-10
-1.799533E-10 -7.711843E-10
2 1.007096E-10 1.403396E-08 -4.434033E-10
1.799533E-10 -4.379423E-26 7.711843E-10
    
```

Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter] for the system of physical conductors.
 Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

```

1 1.257536E-01
9.333210E-01
2 5.812370E-02 1.254252E-01
4.177333E-01 9.336707E-01
3 5.828572E-02 5.812370E-02 1.257536E-01
3.882964E-01 4.177333E-01 9.333210E-01
4 5.828960E-02 5.812359E-02 5.828550E-02 1.257536E-01
6.554381E-01 4.153706E-01 3.861466E-01 9.333210E-01
5 5.827915E-02 5.811324E-02 5.827505E-02 5.827915E-02 1.257327E-01
6.293181E-01 4.174116E-01 3.861278E-01 6.554492E-01 9.333431E-01
6 5.827915E-02 5.811335E-02 5.827528E-02 5.827915E-02 5.826870E-02 1.257327E-01
6.554492E-01 4.199094E-01 3.882759E-01 6.293181E-01 6.554602E-01 9.333431E-01
7 5.812381E-02 5.796122E-02 5.812359E-02 5.812370E-02 5.811335E-02 5.811346E-02 1.254252E-01
4.201076E-01 6.557879E-01 4.153706E-01 4.177333E-01 4.199094E-01 4.224289E-01 9.336707E-01
8 5.811346E-02 5.795096E-02 5.811324E-02 5.811335E-02 5.810300E-02 5.810311E-02 5.795096E-02 1.254047E-01
4.178043E-01 6.296678E-01 4.133333E-01 4.155672E-01 4.177553E-01 4.201297E-01 6.557989E-01 9.336928E-01
9 5.811335E-02 5.795096E-02 5.811335E-02 5.811324E-02 5.810289E-02 5.810300E-02 5.795096E-02 5.794070E-02 1.254047E-01
4.155672E-01 6.557989E-01 4.155672E-01 4.133333E-01 4.153927E-01 4.177553E-01 6.296678E-01 6.558099E-01 9.336928E-01
10 5.828594E-02 5.812381E-02 5.828960E-02 5.828572E-02 5.827528E-02 5.827550E-02 5.812370E-02 5.811335E-02 5.811346E-02
3.905093E-01 4.201076E-01 6.554381E-01 3.882964E-01 3.882759E-01 3.904869E-01 4.177333E-01 4.155672E-01 4.178043E-01
1.257536E-01
9.333210E-01
11 5.827550E-02 5.811346E-02 5.827915E-02 5.827528E-02 5.826484E-02 5.826506E-02 5.811335E-02 5.810300E-02 5.810311E-02
3.904869E-01 4.224289E-01 6.293181E-01 3.882759E-01 3.883185E-01 3.905314E-01 4.199094E-01 4.177553E-01 4.201297E-01
5.827915E-02 1.257327E-01
6.554492E-01 9.333431E-01
12 5.827528E-02 5.811335E-02 5.827915E-02 5.827505E-02 5.826462E-02 5.826484E-02 5.811324E-02 5.810289E-02 5.810300E-02
3.882759E-01 4.199094E-01 6.554492E-01 3.861278E-01 3.861687E-01 3.883185E-01 4.174116E-01 4.153927E-01 4.177553E-01
5.827915E-02 5.826870E-02 1.257327E-01
    
```

| | |
|---|--|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B</p> |
| <p>COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO</p> | <p>Rev. 0 Folha 122 de 143</p> |

EKTT 11

Serviços de Transmissão de Energia Elétrica SPE S.A.



```

6.293181E-01 6.554602E-01 9.333431E-01
13 5.794650E-02 5.778421E-02 5.794368E-02 5.794648E-02 5.793623E-02 5.793625E-02 5.778429E-02 5.777413E-02 5.777405E-02
3.914614E-01 4.225423E-01 3.680782E-01 3.911910E-01 3.934699E-01 3.937571E-01 4.246504E-01 4.275027E-01 4.252344E-01

5.794386E-02 5.793362E-02 5.793344E-02 4.287638E+00
3.692124E-01 3.704725E-01 3.693007E-01 1.022206E+00
14 5.794386E-02 5.778429E-02 5.794648E-02 5.794368E-02 5.793344E-02 5.793362E-02 5.778421E-02 5.777405E-02 5.777413E-02
3.692124E-01 4.246504E-01 3.911910E-01 3.680782E-01 3.693007E-01 3.704725E-01 4.225423E-01 4.252344E-01 4.275027E-01

5.794650E-02 5.793625E-02 5.793623E-02 5.760805E-02 8.609507E-01
3.914614E-01 3.937571E-01 3.934699E-01 4.088311E-01 9.858046E-01

```

Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter] for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

```

1 1.300337E-01
6.037065E-01

2 1.221907E-01 1.497013E-01
2.884699E-01 5.729298E-01

3 1.148337E-01 1.244074E-01 1.338617E-01
2.689173E-01 2.830410E-01 5.938908E-01

```

Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter] for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence (0, 1, 2), (0, 1, 2), etc.; columns proceed in the sequence (0, 2, 1), (0, 2, 1), etc.

```

0 3.788201E-01
1.150461E+00

1 -5.474396E-03 -1.732544E-02
1.201256E-02 9.338748E-03

2 -6.287565E-03 1.738830E-02 1.735375E-02
-1.380052E-03 3.100330E-01 9.988595E-03

```

| Sequence | Surge impedance magnitude (ohm) angle (degr.) | Attenuation db/km | velocity km/sec | Wavelength km | Resistance ohm/km | Reactance ohm/km | Susceptance mho/km |
|-----------|--|----------------------|--------------------|------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| Zero : | 6.34118E+02 -9.11276E+00 | 2.62763E-03 | 1.99891E+05 | 3.33151E+03 | 3.78820E-01 | 1.15046E+00 | 3.01221E-06 |
| Positive: | 2.42264E+02 -1.60504E+00 | 3.11833E-04 | 2.94239E+05 | 4.90399E+03 | 1.73883E-02 | 3.10033E-01 | 5.29068E-06 |

Request for flushing of punch buffer. |\$PUNCH

| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 123 de 143 |

ANEXO 6D – LT 525 KV JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2 CD

```

--- 25 cards of disk file read into card cache cells 1 onward.
Alternative Transients Program (ATP), GNU Linux or DOS. All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 04-Jun-19 10:20:11 Name of disk plot file is C:\ATP\ATPMINGW\LTD.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland, Oregon, USA. Source code date is 23 July 2007.
Total size of LABCOM tables = 10913313 INTEGER words. 31 VARDIM List Sizes follow: 6002 10K 192K 900 420K 1200 15K
120K 2250 3800 720 2K 72800 510 90K 800 90 254 120K 100K 3K 15K 192K 120 45K 260K 600 210K 600 19 200
-----
Descriptive interpretation of input data cards. | Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
0 1 2 3 4 5 6 7 8
0123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
-----
Comment card. NUMDCD = 1. |C data:C:\ATP\ATPMINGW\LTD.DAT
Marker card preceding new EMTP data case. |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants. Limit = 190 |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units. |METRIC
Comment card. NUMDCD = 5. |C LINHA: LT 525 KV JOINVILLE DO SUL - ITAJAÍ 2 CD
Comment card. NUMDCD = 6. |C CABO UTILIZADOS:
Comment card. NUMDCD = 7. |C AUTOR: MARTE\VITOR.LIMA
Comment card. NUMDCD = 8. |C GERADO EM 04/06/2019
Comment card. NUMDCD = 9. |C MARTE ENGENHARIA
Comment card. NUMDCD = 10. |C SKIN RESIS REACT DIAM HORIZ VTOWER VMID SEPAR ALPHA NB
Comment card. NUMDCD = 11. |C |-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
Comment card. NUMDCD = 12. |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 1.5000 0.0657 4 2.9340 -6.7000 45.1485 23.6285 45.70 45. 4
Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 2.5000 0.0657 4 2.9340 -5.6000 35.0055 13.4855 45.70 45. 4
Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 3.5000 0.0657 4 2.9340-12.3500 34.2485 12.7285 45.70 45. 4
Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 4.5000 0.0657 4 2.9340 12.3500 34.2485 12.7285 45.70 45. 4
Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 5.5000 0.0657 4 2.9340 5.6000 35.0055 13.4855 45.70 45. 4
Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 6.5000 0.0657 4 2.9340 6.7000 45.1485 23.6285 45.70 45. 4
Line conductor card. 2.001E-01 3.455E-01 4 | 0.2001 0.3455 4 1.5420-10.4000 51.6200 33.2900 0.00 0. 1
Line conductor card. 3.750E-01 5.173E-01 4 | 0.3750 0.5173 4 1.4400 10.4000 51.6200 33.2900 0.00 0. 1
Blank card terminating conductor cards. |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Frequency card. 1.000E+03 6.000E+01 0.000E+00 | 1000 60.00 1 111 111 1 0.00 0

```

Line conductor table after sorting and initial processing.

| Table | Phase | Skin effect | Resistance | Reactance data specification | Diameter | Horizontal | Avg height | Name |
|-------|--------|-------------|------------|------------------------------|------------------|------------|------------|--------|
| Row | Number | R-type | R (ohm/km) | X-type | X(ohm/km) or GMR | X (mtrs) | Y (mtrs) | |
| 1 | 1 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -6.471 | 30.573 |
| 2 | 2 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -5.371 | 20.430 |
| 3 | 3 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -12.121 | 19.673 |
| 4 | 4 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 12.579 | 19.673 |
| 5 | 5 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 5.829 | 20.430 |
| 6 | 6 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 6.928 | 30.573 |
| 7 | 1 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -6.928 | 30.573 |
| 8 | 1 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -6.928 | 31.030 |
| 9 | 1 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -6.471 | 31.030 |
| 10 | 2 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -5.829 | 20.430 |
| 11 | 2 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -5.829 | 20.887 |
| 12 | 2 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -5.371 | 20.887 |
| 13 | 3 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -12.579 | 19.673 |

| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 124 de 143 |

| | | | | | | | | |
|----|---|--------|--------|---|---------|---------|---------|--------|
| 14 | 3 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -12.579 | 20.130 |
| 15 | 3 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -12.121 | 20.130 |
| 16 | 4 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 12.121 | 19.673 |
| 17 | 4 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 12.121 | 20.130 |
| 18 | 4 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 12.579 | 20.130 |
| 19 | 5 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 5.371 | 20.430 |
| 20 | 5 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 5.371 | 20.887 |
| 21 | 5 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 5.829 | 20.887 |
| 22 | 6 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 6.471 | 30.573 |
| 23 | 6 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 6.471 | 31.030 |
| 24 | 6 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 6.928 | 31.030 |
| 25 | 0 | .20010 | .34550 | 4 | .000000 | 1.54200 | -10.400 | 39.400 |
| 26 | 0 | .37500 | .51730 | 4 | .000000 | 1.44000 | 10.400 | 39.400 |

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors. Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

| | |
|----|--|
| 1 | 1.262459E-08 |
| 2 | -1.232326E-10 1.265963E-08 |
| 3 | -9.450012E-11 -2.084115E-10 1.264866E-08 |
| 4 | -2.587483E-11 -3.864519E-11 -1.559355E-11 1.261420E-08 |
| 5 | -5.258706E-11 -1.088570E-10 -3.576575E-11 -2.105830E-10 1.267769E-08 |
| 6 | -9.761023E-11 -5.448216E-11 -2.349847E-11 -1.073934E-10 -1.220977E-10 1.261886E-08 |
| 7 | -3.722619E-09 -1.181258E-10 -1.076242E-10 -2.226734E-11 -4.457266E-11 -7.974843E-11 1.261905E-08 |
| 8 | -2.083692E-09 -9.584730E-11 -9.290831E-11 -2.210843E-11 -4.034254E-11 -8.329640E-11 -3.732542E-09 1.260614E-08 |
| 9 | -3.727326E-09 -1.001828E-10 -8.088048E-11 -2.561177E-11 -4.780085E-11 -1.012058E-10 -2.083729E-09 -3.735895E-09 1.261093E-08 |
| 10 | -1.220606E-10 -3.677850E-09 -2.728907E-10 -3.123569E-11 -8.449556E-11 -4.458136E-11 -1.220590E-10 -9.876176E-11 -9.861923E-11 1.267770E-08 |
| 11 | -1.606482E-10 -2.029523E-09 -2.528569E-10 -2.953831E-11 -8.070975E-11 -5.217274E-11 -1.595899E-10 -1.273862E-10 -1.281104E-10 -3.665152E-09 1.268184E-08 |
| 12 | -1.614540E-10 -3.682459E-09 -1.914056E-10 -3.678182E-11 -1.046920E-10 -6.283201E-11 -1.544196E-10 -1.235934E-10 -1.295364E-10 -2.029741E-09 -3.672909E-09 1.266524E-08 |
| 13 | -9.221124E-11 -1.652836E-10 -3.714142E-09 -1.414179E-11 -3.123225E-11 -2.226469E-11 -1.073307E-10 -9.498615E-11 -8.098488E-11 -2.105700E-10 -1.967805E-10 -1.532235E-10 1.261422E-08 |

| | |
|---|--|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B</p> |
| <p>COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO</p> | <p>Rev. 0 Folha 125 de 143</p> |

14 -1.142986E-10 -1.610894E-10 -2.066244E-09 -1.361490E-11 -2.985077E-11 -2.499264E-11 -1.341935E-10 -1.179673E-10 -9.968354E-11
-2.087384E-10 -2.099023E-10 -1.615791E-10 -3.729228E-09 1.261626E-08

15 -1.177114E-10 -2.034183E-10 -3.693624E-09 -1.495112E-11 -3.415839E-11 -2.631932E-11 -1.355634E-10 -1.164886E-10 -1.002485E-10
-2.708927E-10 -2.688217E-10 -2.013269E-10 -2.066513E-09 -3.710949E-09 1.265312E-08

16 -2.743934E-11 -4.451119E-11 -1.735057E-11 -3.714160E-09 -2.729020E-10 -1.076792E-10 -2.349946E-11 -2.288089E-11 -2.667384E-11
-3.576849E-11 -3.369538E-11 -4.223921E-11 -1.559311E-11 -1.489874E-11 -1.652601E-11 1.264864E-08

17 -3.095192E-11 -4.264077E-11 -1.652629E-11 -2.066535E-09 -2.709065E-10 -1.356301E-10 -2.632150E-11 -2.594006E-11 -3.042110E-11
-3.416191E-11 -3.326318E-11 -4.166938E-11 -1.495091E-11 -1.466112E-11 -1.614020E-11 -3.693644E-09 1.265309E-08

18 -2.924890E-11 -3.703813E-11 -1.489950E-11 -3.729253E-09 -2.087539E-10 -1.342682E-10 -2.499657E-11 -2.508363E-11 -2.923174E-11
-2.985503E-11 -2.922368E-11 -3.635345E-11 -1.361515E-11 -1.346240E-11 -1.466165E-11 -2.066266E-09 -3.710976E-09 1.261623E-08

19 -6.414826E-11 -1.416394E-10 -4.450738E-11 -1.652955E-10 -3.677857E-09 -1.181611E-10 -5.446973E-11 -4.847907E-11 -5.740431E-11
-1.088561E-10 -1.045017E-10 -1.368478E-10 -3.864056E-11 -3.703246E-11 -4.263597E-11 -2.084218E-10 -2.034309E-10 -1.611036E-10
1.265963E-08

20 -7.489596E-11 -1.368480E-10 -4.223490E-11 -1.532381E-10 -2.029749E-09 -1.544628E-10 -6.281802E-11 -5.649438E-11 -6.769392E-11
-1.046911E-10 -1.049067E-10 -1.372839E-10 -3.677656E-11 -3.634700E-11 -4.166393E-11 -1.914183E-10 -2.013423E-10 -1.615966E-10
-3.682466E-09 1.266523E-08

21 -6.235792E-11 -1.045030E-10 -3.369223E-11 -1.967963E-10 -3.665161E-09 -1.596370E-10 -5.216280E-11 -4.771011E-11 -5.724514E-11
-8.070989E-11 -8.093517E-11 -1.049079E-10 -2.953434E-11 -2.921875E-11 -3.325912E-11 -2.528708E-10 -2.688385E-10 -2.099212E-10
-2.029531E-09 -3.672919E-09 1.268183E-08

22 -1.207631E-10 -6.415620E-11 -2.743385E-11 -9.226640E-11 -1.220938E-10 -3.722784E-09 -9.759441E-11 -1.013164E-10 -1.245184E-10
-5.259144E-11 -6.236268E-11 -7.490459E-11 -2.586724E-11 -2.923918E-11 -3.094441E-11 -9.454838E-11 -1.177700E-10 -1.143645E-10
-1.232624E-10 -1.614907E-10 -1.606887E-10 1.262445E-08

23 -1.245246E-10 -5.741559E-11 -2.666904E-11 -8.105396E-11 -9.866119E-11 -2.083936E-09 -1.011931E-10 -1.078751E-10 -1.316019E-10
-4.780780E-11 -5.725289E-11 -6.770638E-11 -2.560463E-11 -2.922238E-11 -3.041421E-11 -8.094096E-11 -1.003220E-10 -9.976598E-11
-1.002207E-10 -1.295830E-10 -1.281615E-10 -3.727506E-09 1.261070E-08

24 -1.013399E-10 -4.849525E-11 -2.288098E-11 -9.506346E-11 -9.880975E-11 -3.732774E-09 -8.330091E-11 -8.949555E-11 -1.078958E-10
-4.035421E-11 -4.772351E-11 -5.651268E-11 -2.210665E-11 -2.508056E-11 -2.593897E-11 -9.297613E-11 -1.165709E-10 -1.180595E-10

| | |
|---|--|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B</p> |
| <p>COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO</p> | <p>Rev. 0 Folha 126 de 143</p> |

```

-9.589109E-11 -1.236471E-10 -1.274447E-10 -2.083896E-09 -3.736151E-09 1.260585E-08
25 -3.777003E-10 -8.733087E-11 -1.210102E-10 -4.093362E-11 -4.818817E-11 -1.406909E-10 -4.173706E-10 -5.118926E-10 -4.682937E-10
-9.225584E-11 -1.119321E-10 -1.062463E-10 -1.368834E-10 -1.626767E-10 -1.461097E-10 -3.883853E-11 -4.498255E-11 -4.710867E-11
-5.383209E-11 -6.327555E-11 -5.724992E-11 -1.583793E-10 -1.828015E-10 -1.637050E-10 6.728894E-09
26 -1.568665E-10 -5.334100E-11 -3.845158E-11 -1.357366E-10 -9.147133E-11 -4.138649E-10 -1.393010E-10 -1.620730E-10 -1.810373E-10
-4.774065E-11 -5.671693E-11 -6.269629E-11 -4.052054E-11 -4.663039E-11 -4.453104E-11 -1.199949E-10 -1.448849E-10 -1.613147E-10
-8.658362E-11 -1.053384E-10 -1.109810E-10 -3.745103E-10 -4.643463E-10 -5.075980E-10 -4.612218E-10 6.673912E-09
    
```

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of equivalent phase conductors.
 Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

```

1 1.228910E-08
2 -2.023627E-09 1.316915E-08
3 -1.687581E-09 -3.337191E-09 1.257085E-08
4 -4.185513E-10 -5.766208E-10 -2.415870E-10 1.257050E-08
5 -8.911827E-10 -1.725385E-09 -5.765504E-10 -3.337419E-09 1.316901E-08
6 -1.653280E-09 -8.913515E-10 -4.184772E-10 -1.688673E-09 -2.024313E-09 1.228577E-08
    
```

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for symmetrical components of the equivalent phase conductor
 Rows proceed in the sequence (0, 1, 2), (0, 1, 2), etc.; columns proceed in the sequence (0, 2, 1), (0, 2, 1), etc.

```

0 7.977436E-09
0.000000E+00
1 3.002306E-10 -1.181356E-09
7.570396E-11 -3.667283E-10
2 3.002306E-10 1.502583E-08 -1.181356E-09
-7.570396E-11 -2.264584E-25 3.667283E-10
0 -2.464329E-09 -2.493427E-10 -2.493427E-10 7.974823E-09
0.000000E+00 -5.648630E-10 5.648630E-10 0.000000E+00
1 6.137848E-10 2.889378E-10 -4.904245E-11 -2.152085E-10 2.735244E-10
-6.639799E-11 5.005544E-10 2.258392E-10 -2.209811E-10 -1.206875E-09
2 6.137848E-10 -4.904245E-11 2.889378E-10 -2.152085E-10 1.502523E-08 2.735244E-10
6.639799E-11 -2.258392E-10 -5.005544E-10 2.209811E-10 2.052933E-25 1.206875E-09
    
```

Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter] for the system of physical conductors.
 Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

```

1 1.252617E-01
    
```

| | |
|---|--|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B</p> |
| <p>COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO</p> | <p>Rev. 0 Folha 127 de 143</p> |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | 9.338468E-01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 5.802485E-02 4.215548E-01 | 1.257190E-01 9.333576E-01 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 5.804147E-02 4.075787E-01 | 5.827158E-02 4.519667E-01 | 1.257536E-01 9.333210E-01 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 5.803668E-02 3.637793E-01 | 5.826731E-02 3.786286E-01 | 5.828017E-02 3.546101E-01 | 1.257536E-01 9.333210E-01 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 5.802268E-02 3.878996E-01 | 5.825305E-02 4.142769E-01 | 5.826731E-02 3.786286E-01 | 5.827158E-02 4.519667E-01 | 1.257190E-01 9.333576E-01 | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 5.779527E-02 4.012442E-01 | 5.802268E-02 3.878996E-01 | 5.803668E-02 3.637793E-01 | 5.804147E-02 4.075787E-01 | 5.802485E-02 4.215548E-01 | 1.252617E-01 9.338468E-01 | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 5.779772E-02 6.559639E-01 | 5.802483E-02 4.211176E-01 | 5.804154E-02 4.088388E-01 | 5.803642E-02 3.624250E-01 | 5.802251E-02 3.862383E-01 | 5.779510E-02 3.987157E-01 | 1.252617E-01 9.338468E-01 | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 5.778755E-02 6.298438E-01 | 5.801453E-02 4.178791E-01 | 5.803124E-02 4.063071E-01 | 5.802613E-02 3.616758E-01 | 5.801222E-02 3.849273E-01 | 5.778494E-02 3.986857E-01 | 5.778756E-02 6.559749E-01 | 1.252414E-01 9.338687E-01 | | | | | | | | | | | |
| 9 | 5.778756E-02 6.559749E-01 | 5.801455E-02 4.182800E-01 | 5.803116E-02 4.051279E-01 | 5.802638E-02 3.630026E-01 | 5.801239E-02 3.865301E-01 | 5.778511E-02 4.012113E-01 | 5.778755E-02 6.298438E-01 | 5.777739E-02 6.559859E-01 | 1.252414E-01 9.338687E-01 | | | | | | | | | | |
| 10 | 5.802486E-02 4.218444E-01 | 5.825498E-02 6.554748E-01 | 5.827167E-02 4.571820E-01 | 5.826705E-02 3.767364E-01 | 5.825289E-02 4.112615E-01 | 5.802251E-02 3.862383E-01 | 5.802485E-02 4.215548E-01 | 5.801455E-02 4.182800E-01 | 5.801456E-02 4.185453E-01 | | | | | | | | | | |
| | 1.257190E-01 9.333576E-01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 5.801456E-02 4.253169E-01 | 5.824455E-02 6.293547E-01 | 5.826123E-02 4.563572E-01 | 5.825662E-02 3.766475E-01 | 5.824247E-02 4.112146E-01 | 5.801222E-02 3.875579E-01 | 5.801455E-02 4.249996E-01 | 5.800426E-02 4.215768E-01 | 5.800427E-02 4.218664E-01 | | | | | | | | | | |
| | 5.824455E-02 6.554858E-01 | 1.256982E-01 9.333797E-01 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 5.801455E-02 4.249996E-01 | 5.824455E-02 6.554858E-01 | 5.826114E-02 4.512488E-01 | 5.825688E-02 3.785346E-01 | 5.824263E-02 4.142252E-01 | 5.801239E-02 3.892792E-01 | 5.801453E-02 4.245209E-01 | 5.800424E-02 4.211396E-01 | 5.800426E-02 4.215768E-01 | | | | | | | | | | |
| | 5.824455E-02 6.293547E-01 | 5.823412E-02 6.554969E-01 | 1.256982E-01 9.333797E-01 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 5.804139E-02 4.062583E-01 | 5.827148E-02 4.470849E-01 | 5.828960E-02 6.554381E-01 | 5.827982E-02 3.532279E-01 | 5.826705E-02 3.767364E-01 | 5.803642E-02 3.624250E-01 | 5.804147E-02 4.075787E-01 | 5.803116E-02 4.051279E-01 | 5.803109E-02 4.038896E-01 | | | | | | | | | | |
| | 5.827158E-02 4.519667E-01 | 5.826114E-02 4.512488E-01 | 5.826104E-02 4.464548E-01 | 1.257536E-01 9.333210E-01 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 5.803109E-02 4.087016E-01 | 5.826104E-02 4.474443E-01 | 5.827915E-02 6.293181E-01 | 5.826939E-02 3.532266E-01 | 5.825662E-02 3.768011E-01 | 5.802613E-02 3.631797E-01 | 5.803116E-02 4.101117E-01 | 5.802086E-02 4.076007E-01 | 5.802079E-02 4.062803E-01 | | | | | | | | | | |
| | 5.826114E-02 | 5.825070E-02 | 5.825060E-02 | 5.827915E-02 | 1.257327E-01 | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 128 de 143 |



| | | | | | | | | | | |
|----|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--|
| | 4.523745E-01 | 4.519888E-01 | 4.471070E-01 | 6.554492E-01 | 9.333431E-01 | | | | | |
| 15 | 5.803116E-02 4.101117E-01 | 5.826114E-02 4.523745E-01 | 5.827915E-02 6.554492E-01 | 5.826974E-02 3.546083E-01 | 5.825688E-02 3.786961E-01 | 5.802638E-02 3.645615E-01 | 5.803124E-02 4.114606E-01 | 5.802094E-02 4.088609E-01 | 5.802086E-02 4.076007E-01 | |
| | 5.826123E-02 4.576491E-01 | 5.825079E-02 4.572041E-01 | 5.825070E-02 4.519888E-01 | 5.827915E-02 6.293181E-01 | 5.826870E-02 6.554602E-01 | 1.257327E-01 9.333431E-01 | | | | |
| 16 | 5.803693E-02 3.651502E-01 | 5.826756E-02 3.805695E-01 | 5.828051E-02 3.560181E-01 | 5.828960E-02 6.554381E-01 | 5.827167E-02 4.571820E-01 | 5.804154E-02 4.088388E-01 | 5.803668E-02 3.637793E-01 | 5.802638E-02 3.630026E-01 | 5.802663E-02 3.643446E-01 | |
| | 5.826731E-02 3.786286E-01 | 5.825688E-02 3.785346E-01 | 5.825713E-02 3.804699E-01 | 5.828017E-02 3.546101E-01 | 5.826974E-02 3.546083E-01 | 5.827008E-02 3.560158E-01 | 1.257536E-01 9.333210E-01 | | | |
| 17 | 5.802663E-02 3.659613E-01 | 5.825713E-02 3.806400E-01 | 5.827008E-02 3.560158E-01 | 5.827915E-02 6.293181E-01 | 5.826123E-02 4.576491E-01 | 5.803124E-02 4.114606E-01 | 5.802638E-02 3.645615E-01 | 5.801610E-02 3.638014E-01 | 5.801634E-02 3.651722E-01 | |
| | 5.825688E-02 3.786961E-01 | 5.824646E-02 3.786507E-01 | 5.824670E-02 3.805916E-01 | 5.826974E-02 3.546083E-01 | 5.825932E-02 3.546322E-01 | 5.825966E-02 3.560403E-01 | 5.827915E-02 6.554492E-01 | 1.257327E-01 9.333431E-01 | | |
| 18 | 5.802638E-02 3.645615E-01 | 5.825688E-02 3.786961E-01 | 5.826974E-02 3.546083E-01 | 5.827915E-02 6.554492E-01 | 5.826114E-02 4.523745E-01 | 5.803116E-02 4.101117E-01 | 5.802613E-02 3.631797E-01 | 5.801584E-02 3.624471E-01 | 5.801610E-02 3.638014E-01 | |
| | 5.825662E-02 3.768011E-01 | 5.824620E-02 3.767585E-01 | 5.824646E-02 3.786507E-01 | 5.826939E-02 3.532266E-01 | 5.825897E-02 3.532500E-01 | 5.825932E-02 3.546322E-01 | 5.827915E-02 6.293181E-01 | 5.826870E-02 6.554602E-01 | 1.257327E-01 9.333431E-01 | |
| 19 | 5.802284E-02 3.895726E-01 | 5.825321E-02 4.174179E-01 | 5.826756E-02 3.805695E-01 | 5.827148E-02 4.470849E-01 | 5.825498E-02 6.554748E-01 | 5.802483E-02 4.211176E-01 | 5.802268E-02 3.878996E-01 | 5.801239E-02 3.865301E-01 | 5.801255E-02 3.881417E-01 | |
| | 5.825305E-02 4.142769E-01 | 5.824263E-02 4.142252E-01 | 5.824278E-02 4.173608E-01 | 5.826731E-02 3.786286E-01 | 5.825688E-02 3.786961E-01 | 5.825713E-02 3.806400E-01 | 5.827158E-02 4.519667E-01 | 5.826114E-02 4.523745E-01 | 5.826104E-02 4.474443E-01 | |
| | 1.257190E-01 9.333576E-01 | | | | | | | | | |
| 20 | 5.801255E-02 3.910155E-01 | 5.824278E-02 4.173608E-01 | 5.825713E-02 3.804699E-01 | 5.826104E-02 4.464548E-01 | 5.824455E-02 6.293547E-01 | 5.801453E-02 4.245209E-01 | 5.801239E-02 3.892792E-01 | 5.800210E-02 3.879216E-01 | 5.800226E-02 3.895946E-01 | |
| | 5.824263E-02 4.142252E-01 | 5.823220E-02 4.142990E-01 | 5.823236E-02 4.174400E-01 | 5.825688E-02 3.785346E-01 | 5.824646E-02 3.786507E-01 | 5.824670E-02 3.805916E-01 | 5.826114E-02 4.512488E-01 | 5.825070E-02 4.519888E-01 | 5.825060E-02 4.471070E-01 | |
| | 5.824455E-02 6.554858E-01 | 1.256982E-01 9.333797E-01 | | | | | | | | |
| 21 | 5.801239E-02 3.892792E-01 | 5.824263E-02 4.142252E-01 | 5.825688E-02 3.785346E-01 | 5.826114E-02 4.512488E-01 | 5.824455E-02 6.554858E-01 | 5.801455E-02 4.249996E-01 | 5.801222E-02 3.875579E-01 | 5.800194E-02 3.862603E-01 | 5.800210E-02 3.879216E-01 | |
| | 5.824247E-02 4.112146E-01 | 5.823204E-02 4.112836E-01 | 5.823220E-02 4.142990E-01 | 5.825662E-02 3.766475E-01 | 5.824620E-02 3.767585E-01 | 5.824646E-02 3.786507E-01 | 5.826123E-02 4.563572E-01 | 5.825079E-02 4.572041E-01 | 5.825070E-02 4.519888E-01 | |
| | 5.824455E-02 6.293547E-01 | 5.823412E-02 6.554969E-01 | 1.256982E-01 9.333797E-01 | | | | | | | |
| 22 | 5.779543E-02 | 5.802284E-02 | 5.803693E-02 | 5.804139E-02 | 5.802486E-02 | 5.779772E-02 | 5.779527E-02 | 5.778511E-02 | 5.778527E-02 | |

| | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|--|--|----------------------------|--|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | | | | | | | | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B | |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | | | | | | | | Rev. 0 | |
| | | | | | | | | Folha 129 de 143 | |

| | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 4.038604E-01 | 3.895726E-01 | 3.651502E-01 | 4.062583E-01 | 4.218444E-01 | 6.559639E-01 | 4.012442E-01 | 4.012113E-01 | 4.038244E-01 |
| 5.802268E-02 | 5.801239E-02 | 5.801255E-02 | 5.803668E-02 | 5.802638E-02 | 5.802663E-02 | 5.804147E-02 | 5.803116E-02 | 5.803109E-02 |
| 3.878996E-01 | 3.892792E-01 | 3.910155E-01 | 3.637793E-01 | 3.645615E-01 | 3.659613E-01 | 4.075787E-01 | 4.101117E-01 | 4.087016E-01 |
| 5.802485E-02 | 5.801455E-02 | 5.801456E-02 | 1.252617E-01 | | | | | |
| 4.215548E-01 | 4.249996E-01 | 4.253169E-01 | 9.338468E-01 | | | | | |
| 23 | 5.778527E-02 | 5.801255E-02 | 5.802663E-02 | 5.803109E-02 | 5.801456E-02 | 5.778755E-02 | 5.778511E-02 | 5.777495E-02 |
| | 4.038244E-01 | 3.881417E-01 | 3.643446E-01 | 4.038896E-01 | 4.185453E-01 | 6.298438E-01 | 4.012113E-01 | 4.012661E-01 |
| | 5.801239E-02 | 5.800210E-02 | 5.800226E-02 | 5.802638E-02 | 5.801610E-02 | 5.801634E-02 | 5.803116E-02 | 5.802086E-02 |
| | 3.865301E-01 | 3.879216E-01 | 3.895946E-01 | 3.630026E-01 | 3.638014E-01 | 3.651722E-01 | 4.051279E-01 | 4.076007E-01 |
| | 5.801455E-02 | 5.800426E-02 | 5.800427E-02 | 5.778756E-02 | 1.252414E-01 | | | |
| | 4.182800E-01 | 4.215768E-01 | 4.218664E-01 | 6.559749E-01 | 9.338687E-01 | | | |
| 24 | 5.778511E-02 | 5.801239E-02 | 5.802638E-02 | 5.803116E-02 | 5.801455E-02 | 5.778756E-02 | 5.778494E-02 | 5.777478E-02 |
| | 4.012113E-01 | 3.865301E-01 | 3.630026E-01 | 4.051279E-01 | 4.182800E-01 | 6.559749E-01 | 3.986857E-01 | 3.987376E-01 |
| | 5.801222E-02 | 5.800194E-02 | 5.800210E-02 | 5.802613E-02 | 5.801584E-02 | 5.801610E-02 | 5.803124E-02 | 5.802094E-02 |
| | 3.849273E-01 | 3.862603E-01 | 3.879216E-01 | 3.616758E-01 | 3.624471E-01 | 3.638014E-01 | 4.063071E-01 | 4.088609E-01 |
| | 5.801453E-02 | 5.800424E-02 | 5.800426E-02 | 5.778755E-02 | 5.777739E-02 | 1.252414E-01 | | |
| | 4.178791E-01 | 4.211396E-01 | 4.215768E-01 | 6.298438E-01 | 6.559859E-01 | 9.338687E-01 | | |
| 25 | 5.760215E-02 | 5.782669E-02 | 5.784388E-02 | 5.783664E-02 | 5.782342E-02 | 5.759843E-02 | 5.760220E-02 | 5.759214E-02 |
| | 4.261194E-01 | 3.724444E-01 | 3.717499E-01 | 3.397170E-01 | 3.543008E-01 | 3.733752E-01 | 4.275106E-01 | 4.309676E-01 |
| | 5.782675E-02 | 5.781657E-02 | 5.781651E-02 | 5.784385E-02 | 5.783366E-02 | 5.783368E-02 | 5.783693E-02 | 5.782675E-02 |
| | 3.728763E-01 | 3.746227E-01 | 3.741706E-01 | 3.715789E-01 | 3.733354E-01 | 3.735145E-01 | 3.405815E-01 | 3.413495E-01 |
| | 5.782362E-02 | 5.781344E-02 | 5.781324E-02 | 5.759863E-02 | 5.758858E-02 | 5.758838E-02 | 4.029786E-01 | |
| | 3.551959E-01 | 3.562832E-01 | 3.553624E-01 | 3.749662E-01 | 3.758034E-01 | 3.741778E-01 | 9.740101E-01 | |
| 26 | 5.759863E-02 | 5.782362E-02 | 5.783693E-02 | 5.784385E-02 | 5.782675E-02 | 5.760220E-02 | 5.759843E-02 | 5.758838E-02 |
| | 3.749662E-01 | 3.551959E-01 | 3.405815E-01 | 3.715789E-01 | 3.728763E-01 | 4.275106E-01 | 3.733752E-01 | 3.741778E-01 |
| | 5.782342E-02 | 5.781324E-02 | 5.781344E-02 | 5.783664E-02 | 5.782647E-02 | 5.782675E-02 | 5.784388E-02 | 5.783368E-02 |
| | 3.543008E-01 | 3.553624E-01 | 3.562832E-01 | 3.397170E-01 | 3.404677E-01 | 3.413495E-01 | 3.717499E-01 | 3.735145E-01 |
| | 5.782669E-02 | 5.781651E-02 | 5.781657E-02 | 5.760215E-02 | 5.759209E-02 | 5.759214E-02 | 5.740359E-02 | 5.748758E-01 |
| | 3.724444E-01 | 3.741706E-01 | 3.746227E-01 | 4.261194E-01 | 4.294459E-01 | 4.309676E-01 | 3.685159E-01 | 9.861343E-01 |

Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter] for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

| | | |
|---|--------------|--------------|
| 1 | 9.481091E-02 | |
| | 4.899540E-01 | |
| 2 | 7.325658E-02 | 8.657084E-02 |
| | 2.147626E-01 | 5.310049E-01 |
| 3 | 7.226650E-02 | 6.867137E-02 |
| | | 8.465649E-02 |

| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 130 de 143 |

```

2.043444E-01 2.681039E-01 5.377132E-01
4 7.217588E-02 6.935557E-02 6.809110E-02 8.691523E-02
1.641217E-01 1.969437E-01 1.766857E-01 5.405738E-01
5 7.320574E-02 7.008734E-02 6.885099E-02 7.046397E-02 8.788077E-02
1.831437E-01 2.281472E-01 1.962948E-01 2.703850E-01 5.326767E-01
6 7.780743E-02 7.443464E-02 7.284008E-02 7.540790E-02 7.589805E-02 9.898451E-02
1.782734E-01 1.846839E-01 1.649038E-01 2.083846E-01 2.181617E-01 4.954463E-01
    
```

Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter] for symmetrical components of the equivalent phase conductor
 Rows proceed in the sequence (0, 1, 2), (0, 1, 2), etc.; columns proceed in the sequence (0, 2, 1), (0, 2, 1), etc.

```

0 2.314757E-01
9.776980E-01
1 3.358174E-03 -7.612480E-03
-3.348006E-02 2.425093E-02
2 5.500102E-03 1.728126E-02 8.290418E-03
-3.515693E-02 2.904870E-01 2.421293E-02
0 2.156163E-01 -1.696659E-02 2.453938E-02 2.391068E-01
5.577326E-01 -1.491472E-02 -1.727918E-02 9.875198E-01
1 -2.601138E-02 1.092548E-02 7.537341E-03 -3.180530E-02 -2.524619E-02
-1.372568E-02 -6.484845E-03 -3.615016E-04 1.127922E-02 -4.960302E-03
2 2.001768E-02 -8.050302E-03 -1.108023E-02 2.548562E-02 1.733686E-02 2.485073E-02
-6.255874E-03 -1.983943E-04 -6.147402E-03 2.054435E-02 2.905884E-01 -5.662295E-03
    
```

| Sequence | Surge impedance | | Attenuation | velocity | Wavelength | Resistance | Reactance | Susceptance |
|-----------|-----------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | magnitude(ohm) | angle(degr.) | db/km | km/sec | km | ohm/km | ohm/km | mho/km |
| Zero : | 5.77998E+02 | -6.65993E+00 | 1.75107E-03 | 2.18349E+05 | 3.63915E+03 | 2.31476E-01 | 9.77698E-01 | 3.00742E-06 |
| Positive: | 2.26653E+02 | -1.70227E+00 | 3.31275E-04 | 2.93759E+05 | 4.89598E+03 | 1.72813E-02 | 2.90487E-01 | 5.66461E-06 |

Request for flushing of punch buffer. |\$PUNCH

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 Folha 131 de 143 |

ANEXO 6E – LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CS

--- 22 cards of disk file read into card cache cells 1 onward.
 Alternative Transients Program (ATP), GNU Linux or DOS. All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 21-Jun-19 09:09:27 Name of disk plot file is C:\ATP\ATPMINGW\LTD.pl4
 Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland, Oregon, USA. Source code date is 23 July 2007.
 Total size of LABCOM tables = 10913313 INTEGER words. 31 VARDIM List Sizes follow: 6002 10K 192K 900 420K 1200 15K 120K 2250 3800 720 2K 72800 510 90K 800 90 254 120K 100K 3K 15K 192K 120 45K 260K 600 210K 600 19 200

```
-----
Descriptive interpretation of input data cards. | Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
0           1           2           3           4           5           6           7           8
0123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
-----
Comment card.      NUMDCD = 1.                |C data:C:\ATP\ATPMINGW\LTD.DAT
Marker card preceding new EMTP data case.    |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants. Limit = 190 |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units.      |METRIC
Comment card.      NUMDCD = 5.                |C LINHA: LT 525 KV ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU CS
Comment card.      NUMDCD = 6.                |C CABO UTILIZADOS:
Comment card.      NUMDCD = 7.                |C AUTOR: MARTE\VITOR.LIMA
Comment card.      NUMDCD = 8.                |C GERADO EM 21/06/2019
Comment card.      NUMDCD = 9.                |C MARTE ENGENHARIA
Comment card.      NUMDCD = 10.               |C SKIN RESIS REACT DIAM HORIZ VTOWER VMID SEPAR ALPHA NB
Comment card.      NUMDCD = 11.               |C |----|-----|-|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
Comment card.      NUMDCD = 12.               |C 345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 1.5000 0.0657 4 2.9340 -7.9000 34.2985 12.7285 45.70 45. 4
Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 2.5000 0.0657 4 2.9340 0.0000 41.5415 19.9715 45.70 45. 4
Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 3.5000 0.0657 4 2.9340 7.9000 34.2985 12.7285 45.70 45. 4
Line conductor card. 5.000E-01 4.230E+00 4 | 0.5000 4.2300 4 0.9144 -6.0750 46.9700 28.7900 0.00 0. 1
Line conductor card. 2.313E-01 8.033E-01 4 | 0.2313 0.8033 4 1.3400 6.0750 46.9700 28.7900 0.00 0. 1
Blank card terminating conductor cards.      |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Frequency card.      1.000E+03 6.000E+01 0.000E+00 | 1000 60.00 1 111 111 1 0.00 0
-----
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

| Table | Phase | Skin effect | Resistance | Reactance data specification | Diameter | Horizontal | Avg height | Name |
|-------|--------|-------------|------------|------------------------------|----------|------------|------------|------|
| Row | Number | R-type | R (ohm/km) | X-type X(ohm/km) or GMR | (cm) | X (mtrs) | Y (mtrs) | |
| 1 | 1 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | -7.672 | 19.690 | |
| 2 | 2 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | 0.229 | 26.933 | |
| 3 | 3 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | 8.129 | 19.690 | |
| 4 | 1 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | -8.129 | 19.690 | |
| 5 | 1 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | -8.129 | 20.147 | |
| 6 | 1 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | -7.672 | 20.147 | |
| 7 | 2 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | -0.228 | 26.933 | |
| 8 | 2 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | -0.229 | 27.390 | |
| 9 | 2 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | 0.228 | 27.390 | |
| 10 | 3 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | 7.672 | 19.690 | |
| 11 | 3 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | 7.672 | 20.147 | |
| 12 | 3 | .50000 | .06570 | 4 .000000 | 2.93400 | 8.129 | 20.147 | |
| 13 | 0 | .50000 | 4.23000 | 4 .000000 | .91440 | -6.075 | 34.850 | |
| 14 | 0 | .23130 | .80330 | 4 .000000 | 1.34000 | 6.075 | 34.850 | |

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

| | |
|--|-----------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 132 de 143 |

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

```

1  1.259369E-08
2  -1.463817E-10  1.262232E-08
3  -8.177782E-11 -1.474456E-10  1.258013E-08
4  -3.757476E-09 -1.261441E-10 -6.900885E-11  1.257988E-08
5  -2.110172E-09 -1.435060E-10 -6.677763E-11 -3.764150E-09  1.258070E-08
6  -3.749270E-09 -1.653879E-10 -7.916676E-11 -2.110487E-09 -3.755560E-09  1.259676E-08
7  -1.697536E-10 -3.722663E-09 -1.259270E-10 -1.477692E-10 -1.719739E-10 -1.962443E-10  1.262209E-08
8  -1.468783E-10 -2.080891E-09 -1.113551E-10 -1.317994E-10 -1.554036E-10 -1.722328E-10 -3.726842E-09  1.261403E-08
9  -1.255273E-10 -3.726576E-09 -1.314156E-10 -1.116207E-10 -1.287956E-10 -1.439238E-10 -2.080901E-09 -3.730640E-09  1.261433E-08
10 -9.782279E-11 -1.694686E-10 -3.757246E-09 -8.179202E-11 -7.900425E-11 -9.459794E-11 -1.462006E-10 -1.253051E-10 -1.465407E-10
    1.259390E-08
11 -9.458726E-11 -1.958852E-10 -2.110206E-09 -7.917254E-11 -7.806607E-11 -9.321482E-11 -1.651511E-10 -1.436338E-10 -1.718070E-10
    -3.749012E-09  1.259708E-08
12 -7.897877E-11 -1.715744E-10 -3.763848E-09 -6.676860E-11 -6.606795E-11 -7.804891E-11 -1.432315E-10 -1.284602E-10 -1.549295E-10
    -2.109893E-09 -3.755219E-09  1.258107E-08
13 -2.017244E-10 -3.190543E-10 -1.032505E-10 -2.131487E-10 -2.542420E-10 -2.422481E-10 -3.658930E-10 -4.373021E-10 -3.852991E-10
    -1.069922E-10 -1.211211E-10 -1.172602E-10  6.372690E-09
14 -1.129759E-10 -3.843606E-10 -2.234623E-10 -1.091244E-10 -1.239966E-10 -1.279697E-10 -3.356297E-10 -4.052915E-10 -4.593953E-10
    -2.115351E-10 -2.539901E-10 -2.665122E-10 -7.491434E-10  6.660400E-09
    
```

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

```

1  1.185680E-08
2  -2.383342E-09  1.233575E-08
3  -1.284853E-09 -2.378331E-09  1.186132E-08
    
```

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence (0, 1, 2), (0, 1, 2), etc.; columns proceed in the sequence (0, 2, 1), (0, 2, 1), etc.

```

0  7.986943E-09
    
```

| | |
|---|--|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B</p> |
| <p>COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO</p> | <p>Rev. 0 Folha 133 de 143</p> |

```

0.000000E+00
1 1.008326E-10 -4.434007E-10
-1.801507E-10 -7.711690E-10
2 1.008326E-10 1.403347E-08 -4.434007E-10
1.801507E-10 1.211348E-25 7.711690E-10
    
```

Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter] for the system of physical conductors.
 Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

```

1 1.257529E-01
9.333218E-01
2 5.812295E-02 1.254245E-01
4.177341E-01 9.336715E-01
3 5.828496E-02 5.812295E-02 1.257529E-01
3.882972E-01 4.177341E-01 9.333218E-01
4 5.828884E-02 5.812284E-02 5.828473E-02 1.257529E-01
6.554389E-01 4.153714E-01 3.861474E-01 9.333218E-01
5 5.827838E-02 5.811249E-02 5.827429E-02 5.827839E-02 1.257320E-01
6.293189E-01 4.174124E-01 3.861286E-01 6.554500E-01 9.333439E-01
6 5.827839E-02 5.811260E-02 5.827452E-02 5.827838E-02 5.826793E-02 1.257320E-01
6.554500E-01 4.199102E-01 3.882767E-01 6.293189E-01 6.554611E-01 9.333439E-01
7 5.812305E-02 5.796047E-02 5.812284E-02 5.812295E-02 5.811260E-02 5.811270E-02 1.254245E-01
4.201084E-01 6.557887E-01 4.153714E-01 4.177341E-01 4.199102E-01 4.224297E-01 9.336715E-01
8 5.811270E-02 5.795021E-02 5.811249E-02 5.811260E-02 5.810225E-02 5.810235E-02 5.795021E-02 1.254040E-01
4.178051E-01 6.296686E-01 4.133341E-01 4.155680E-01 4.177561E-01 4.201305E-01 6.557997E-01 9.336936E-01
9 5.811260E-02 5.795021E-02 5.811260E-02 5.811249E-02 5.810214E-02 5.810225E-02 5.795021E-02 5.793996E-02 1.254040E-01
4.155680E-01 6.557997E-01 4.155680E-01 4.133341E-01 4.153935E-01 4.177561E-01 6.296686E-01 6.558107E-01 9.336936E-01
10 5.828518E-02 5.812305E-02 5.828884E-02 5.828496E-02 5.827452E-02 5.827474E-02 5.812295E-02 5.811260E-02 5.811270E-02
3.905101E-01 4.201084E-01 6.554389E-01 3.882972E-01 3.882767E-01 3.904878E-01 4.177341E-01 4.155680E-01 4.178051E-01
1.257529E-01
9.333218E-01
11 5.827474E-02 5.811270E-02 5.827838E-02 5.827452E-02 5.826408E-02 5.826430E-02 5.811260E-02 5.810225E-02 5.810235E-02
3.904878E-01 4.224297E-01 6.293189E-01 3.882767E-01 3.883193E-01 3.905322E-01 4.199102E-01 4.177561E-01 4.201305E-01
5.827839E-02 1.257320E-01
6.554500E-01 9.333439E-01
12 5.827452E-02 5.811260E-02 5.827839E-02 5.827429E-02 5.826385E-02 5.826408E-02 5.811249E-02 5.810214E-02 5.810225E-02
3.882767E-01 4.199102E-01 6.554500E-01 3.861286E-01 3.861695E-01 3.883193E-01 4.174124E-01 4.153935E-01 4.177561E-01
5.827838E-02 5.826793E-02 1.257320E-01
    
```

| | |
|---|--|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B</p> |
| <p>COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO</p> | <p>Rev. 0 Folha 134 de 143</p> |

EKTT 11

Serviços de Transmissão de Energia Elétrica SPE S.A.



```

6.293189E-01 6.554611E-01 9.333439E-01
13 5.794531E-02 5.778303E-02 5.794249E-02 5.794528E-02 5.793503E-02 5.793506E-02 5.778310E-02 5.777294E-02 5.777287E-02
3.913642E-01 4.224269E-01 3.680265E-01 3.910946E-01 3.933706E-01 3.936570E-01 4.245284E-01 4.273787E-01 4.251178E-01

5.794267E-02 5.793242E-02 5.793224E-02 4.287636E+00
3.691591E-01 3.704191E-01 3.692489E-01 1.022208E+00
14 5.794267E-02 5.778310E-02 5.794528E-02 5.794249E-02 5.793224E-02 5.793242E-02 5.778303E-02 5.777287E-02 5.777294E-02
3.691591E-01 4.245284E-01 3.910946E-01 3.680265E-01 3.692489E-01 3.704191E-01 4.224269E-01 4.251178E-01 4.273787E-01

5.794531E-02 5.793506E-02 5.793503E-02 5.760644E-02 8.609491E-01
3.913642E-01 3.936570E-01 3.933706E-01 4.088329E-01 9.858063E-01
    
```

Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter] for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

```

1 1.300082E-01
6.037403E-01

2 1.221535E-01 1.496487E-01
2.885226E-01 5.730059E-01

3 1.148048E-01 1.243650E-01 1.338276E-01
2.689611E-01 2.831059E-01 5.939458E-01
    
```

Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter] for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence (0, 1, 2), (0, 1, 2), etc.; columns proceed in the sequence (0, 2, 1), (0, 2, 1), etc.

```

0 3.787104E-01
1.150624E+00

1 -5.474011E-03 -1.732480E-02
1.198872E-02 9.339786E-03

2 -6.269835E-03 1.738705E-02 1.735254E-02
-1.388382E-03 3.100341E-01 9.988550E-03
    
```

| Sequence | Surge impedance magnitude (ohm) angle (degr.) | Attenuation db/km | velocity km/sec | Wavelength km | Resistance ohm/km | Reactance ohm/km | Susceptance mho/km |
|-----------|--|----------------------|--------------------|------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| Zero : | 6.34276E+02 -9.10909E+00 | 2.62619E-03 | 1.99919E+05 | 3.33198E+03 | 3.78710E-01 | 1.15062E+00 | 3.01101E-06 |
| Positive: | 2.42269E+02 -1.60492E+00 | 3.11805E-04 | 2.94244E+05 | 4.90407E+03 | 1.73871E-02 | 3.10034E-01 | 5.29049E-06 |

Request for flushing of punch buffer. |\$PUNCH

| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 135 de 143 |



ANEXO 6F – LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU CD

```
--- 25 cards of disk file read into card cache cells 1 onward.
Alternative Transients Program (ATP), GNU Linux or DOS. All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.
Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 04-Jun-19 10:21:18 Name of disk plot file is C:\ATP\ATPMINGW\LTD.pl4
Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland, Oregon, USA. Source code date is 23 July 2007.
Total size of LABCOM tables = 10913313 INTEGER words. 31 VARDIM List Sizes follow: 6002 10K 192K 900 420K 1200 15K
120K 2250 3800 720 2K 72800 510 90K 800 90 254 120K 100K 3K 15K 192K 120 45K 260K 600 210K 600 19 200
```

```
-----
Descriptive interpretation of input data cards. | Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character
0 1 2 3 4 5 6 7 8
012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
```

```
-----
Comment card. NUMDCD = 1. |C data:C:\ATP\ATPMINGW\LTD.DAT
Marker card preceding new EMTP data case. |BEGIN NEW DATA CASE
Compute overhead line constants. Limit = 190 |LINE CONSTANTS
Request for metric (not English) units. |METRIC
Comment card. NUMDCD = 5. |C LINHA: LT 525 KV ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU CD
Comment card. NUMDCD = 6. |C CABO UTILIZADOS:
Comment card. NUMDCD = 7. |C AUTOR: MARTE\VITOR.LIMA
Comment card. NUMDCD = 8. |C GERADO EM 04/06/2019
Comment card. NUMDCD = 9. |C MARTE ENGENHARIA
Comment card. NUMDCD = 10. |C SKIN RESIS REACT DIAM HORIZ VTOWER VMID SEPAR ALPHA NB
Comment card. NUMDCD = 11. |C |-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
Comment card. NUMDCD = 12. |C 3456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890
Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 1.5000 0.0657 4 2.9340 -6.7000 45.1985 23.6285 45.70 45. 4
Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 2.5000 0.0657 4 2.9340 -5.6000 35.0555 13.4855 45.70 45. 4
Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 3.5000 0.0657 4 2.9340-12.3500 34.2985 12.7285 45.70 45. 4
Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 4.5000 0.0657 4 2.9340 12.3500 34.2985 12.7285 45.70 45. 4
Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 5.5000 0.0657 4 2.9340 5.6000 35.0555 13.4855 45.70 45. 4
Line conductor card. 5.000E-01 6.570E-02 4 | 6.5000 0.0657 4 2.9340 6.7000 45.1985 23.6285 45.70 45. 4
Line conductor card. 2.001E-01 3.455E-01 4 | 0.2001 0.3455 4 1.5420-10.4000 51.6700 33.3100 0.00 0. 1
Line conductor card. 3.750E-01 5.173E-01 4 | 0.3750 0.5173 4 1.4400 10.4000 51.6700 33.3100 0.00 0. 1
Blank card terminating conductor cards. |BLANK - FIM DOS DADOS DE CONDUTORES
Frequency card. 1.000E+03 6.000E+01 0.000E+00 | 1000 60.00 1 111 111 1 0.00 0
```

Line conductor table after sorting and initial processing.

| Table | Phase | Skin effect | Resistance | Reactance data specification | Diameter | Horizontal | Avg height | Name |
|-------|--------|-------------|------------|------------------------------|------------------|------------|------------|----------|
| Row | Number | R-type | R (ohm/km) | X-type | X(ohm/km) or GMR | (cm) | X (mtrs) | Y (mtrs) |
| 1 | 1 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -6.471 | 30.590 |
| 2 | 2 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -5.371 | 20.447 |
| 3 | 3 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -12.121 | 19.690 |
| 4 | 4 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 12.579 | 19.690 |
| 5 | 5 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 5.829 | 20.447 |
| 6 | 6 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 6.928 | 30.590 |
| 7 | 1 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -6.928 | 30.590 |
| 8 | 1 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -6.928 | 31.047 |
| 9 | 1 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -6.471 | 31.047 |
| 10 | 2 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -5.829 | 20.447 |
| 11 | 2 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -5.829 | 20.904 |
| 12 | 2 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -5.371 | 20.904 |
| 13 | 3 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -12.579 | 19.690 |
| 14 | 3 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -12.579 | 20.147 |
| 15 | 3 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | -12.121 | 20.147 |

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 136 de 143 |

| | | | | | | | | |
|----|---|--------|--------|---|---------|---------|---------|--------|
| 16 | 4 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 12.121 | 19.690 |
| 17 | 4 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 12.121 | 20.147 |
| 18 | 4 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 12.579 | 20.147 |
| 19 | 5 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 5.371 | 20.447 |
| 20 | 5 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 5.371 | 20.904 |
| 21 | 5 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 5.829 | 20.904 |
| 22 | 6 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 6.471 | 30.590 |
| 23 | 6 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 6.471 | 31.047 |
| 24 | 6 | .50000 | .06570 | 4 | .000000 | 2.93400 | 6.928 | 31.047 |
| 25 | 0 | .20010 | .34550 | 4 | .000000 | 1.54200 | -10.400 | 39.430 |
| 26 | 0 | .37500 | .51730 | 4 | .000000 | 1.44000 | 10.400 | 39.430 |

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of physical conductors. Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

| | |
|----|--|
| 1 | 1.262456E-08 |
| 2 | -1.232484E-10 1.265960E-08 |
| 3 | -9.452143E-11 -2.084471E-10 1.264861E-08 |
| 4 | -2.588502E-11 -3.866824E-11 -1.560954E-11 1.261414E-08 |
| 5 | -5.259766E-11 -1.088822E-10 -3.578661E-11 -2.106211E-10 1.267766E-08 |
| 6 | -9.762519E-11 -5.449397E-11 -2.350816E-11 -1.074202E-10 -1.221160E-10 1.261881E-08 |
| 7 | -3.722660E-09 -1.181434E-10 -1.076488E-10 -2.227720E-11 -4.458352E-11 -7.976349E-11 1.261900E-08 |
| 8 | -2.083742E-09 -9.586600E-11 -9.293455E-11 -2.211839E-11 -4.035364E-11 -8.331363E-11 -3.732601E-09 1.260606E-08 |
| 9 | -3.727369E-09 -1.001995E-10 -8.090326E-11 -2.562197E-11 -4.781158E-11 -1.012227E-10 -2.083780E-09 -3.735958E-09 1.261088E-08 |
| 10 | -1.220769E-10 -3.677881E-09 -2.729270E-10 -3.125632E-11 -8.451887E-11 -4.459220E-11 -1.220773E-10 -9.878132E-11 -9.863661E-11 1.267767E-08 |
| 11 | -1.606644E-10 -2.029548E-09 -2.528872E-10 -2.955545E-11 -8.072876E-11 -5.218298E-11 -1.596083E-10 -1.274065E-10 -1.281282E-10 -3.665177E-09 1.268182E-08 |
| 12 | -1.614696E-10 -3.682485E-09 -1.914351E-10 -3.680121E-11 -1.047127E-10 -6.284321E-11 -1.544372E-10 -1.236127E-10 -1.295535E-10 -2.029767E-09 -3.672930E-09 1.266522E-08 |
| 13 | -9.223454E-11 -1.653205E-10 -3.714196E-09 -1.415721E-11 -3.125289E-11 -2.227454E-11 -1.073577E-10 -9.501513E-11 -8.100989E-11 -2.106081E-10 -1.968124E-10 -1.532544E-10 1.261416E-08 |
| 14 | -1.143220E-10 -1.611209E-10 -2.066291E-09 -1.362808E-11 -2.986821E-11 -2.500189E-11 -1.342208E-10 -1.179975E-10 -9.970939E-11 |

| | |
|---|--|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B</p> |
| <p>COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO</p> | <p>Rev. 0 Folha 137 de 143</p> |

-2.087710E-10 -2.099300E-10 -1.616058E-10 -3.729279E-09 1.261621E-08

15 -1.177327E-10 -2.034482E-10 -3.693667E-09 -1.496473E-11 -3.417590E-11 -2.632838E-11 -1.355882E-10 -1.165159E-10 -1.002721E-10
-2.709234E-10 -2.688477E-10 -2.013521E-10 -2.066559E-09 -3.710990E-09 1.265308E-08

16 -2.744929E-11 -4.453437E-11 -1.736709E-11 -3.714215E-09 -2.729383E-10 -1.077036E-10 -2.350916E-11 -2.289067E-11 -2.668378E-11
-3.578935E-11 -3.371261E-11 -4.225860E-11 -1.560910E-11 -1.491235E-11 -1.654001E-11 1.264859E-08

17 -3.096118E-11 -4.266020E-11 -1.654029E-11 -2.066581E-09 -2.709371E-10 -1.356548E-10 -2.633056E-11 -2.594937E-11 -3.043052E-11
-3.417942E-11 -3.327778E-11 -4.168577E-11 -1.496451E-11 -1.467279E-11 -1.615214E-11 -3.693686E-09 1.265306E-08

18 -2.925845E-11 -3.705760E-11 -1.491311E-11 -3.729304E-09 -2.087865E-10 -1.342955E-10 -2.500583E-11 -2.509315E-11 -2.924145E-11
-2.987247E-11 -2.923830E-11 -3.636998E-11 -1.362834E-11 -1.347375E-11 -1.467332E-11 -2.066313E-09 -3.711016E-09 1.261618E-08

19 -6.415967E-11 -1.416664E-10 -4.453056E-11 -1.653324E-10 -3.677888E-09 -1.181786E-10 -5.448157E-11 -4.849123E-11 -5.741591E-11
-1.088813E-10 -1.045222E-10 -1.368700E-10 -3.866361E-11 -3.705194E-11 -4.265540E-11 -2.084574E-10 -2.034608E-10 -1.611351E-10
1.265960E-08

20 -7.490666E-11 -1.368702E-10 -4.225430E-11 -1.532689E-10 -2.029775E-09 -1.544803E-10 -6.282925E-11 -5.650622E-11 -6.770510E-11
-1.047118E-10 -1.049238E-10 -1.373022E-10 -3.679595E-11 -3.636353E-11 -4.168033E-11 -1.914478E-10 -2.013676E-10 -1.616232E-10
-3.682493E-09 1.266521E-08

21 -6.236784E-11 -1.045235E-10 -3.370947E-11 -1.968282E-10 -3.665187E-09 -1.596554E-10 -5.217306E-11 -4.772089E-11 -5.725546E-11
-8.072890E-11 -8.095084E-11 -1.049250E-10 -2.955148E-11 -2.923338E-11 -3.327372E-11 -2.529010E-10 -2.688645E-10 -2.099489E-10
-2.029557E-09 -3.672940E-09 1.268181E-08

22 -1.207775E-10 -6.416759E-11 -2.744380E-11 -9.228964E-11 -1.221100E-10 -3.722825E-09 -9.760941E-11 -1.013337E-10 -1.245348E-10
-5.260203E-11 -6.237258E-11 -7.491527E-11 -2.587743E-11 -2.924872E-11 -3.095368E-11 -9.456962E-11 -1.177913E-10 -1.143878E-10
-1.232782E-10 -1.615063E-10 -1.607048E-10 1.262442E-08

23 -1.245410E-10 -5.742717E-11 -2.667898E-11 -8.107887E-11 -9.867850E-11 -2.083987E-09 -1.012101E-10 -1.078948E-10 -1.316208E-10
-4.781853E-11 -5.726318E-11 -6.771753E-11 -2.561483E-11 -2.923208E-11 -3.042363E-11 -8.096365E-11 -1.003454E-10 -9.979171E-11
-1.002373E-10 -1.296000E-10 -1.281793E-10 -3.727549E-09 1.261065E-08

24 -1.013572E-10 -4.850738E-11 -2.289075E-11 -9.509233E-11 -9.882923E-11 -3.732833E-09 -8.331813E-11 -8.951533E-11 -1.079154E-10
-4.036529E-11 -4.773427E-11 -5.652448E-11 -2.211660E-11 -2.509007E-11 -2.594827E-11 -9.300227E-11 -1.165981E-10 -1.180895E-10
-9.590971E-11 -1.236663E-10 -1.274649E-10 -2.083946E-09 -3.736213E-09 1.260578E-08

| | |
|---|--|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B</p> |
| <p>COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO</p> | <p>Rev. 0 Folha 138 de 143</p> |

```

25 -3.774044E-10 -8.729951E-11 -1.209722E-10 -4.095866E-11 -4.819394E-11 -1.407256E-10 -4.169924E-10 -5.114042E-10 -4.679019E-10
-9.221910E-11 -1.118778E-10 -1.061985E-10 -1.368451E-10 -1.626150E-10 -1.460483E-10 -3.885956E-11 -4.500429E-11 -4.713460E-11
-5.383342E-11 -6.327430E-11 -5.725356E-11 -1.583998E-10 -1.828353E-10 -1.637537E-10 6.728016E-09
26 -1.568869E-10 -5.334235E-11 -3.847243E-11 -1.356988E-10 -9.143496E-11 -4.134902E-10 -1.393356E-10 -1.621214E-10 -1.810708E-10
-4.774639E-11 -5.672056E-11 -6.269508E-11 -4.054536E-11 -4.665608E-11 -4.455260E-11 -1.199573E-10 -1.448241E-10 -1.612536E-10
-8.655258E-11 -1.052911E-10 -1.109272E-10 -3.742172E-10 -4.639581E-10 -5.071140E-10 -4.617255E-10 6.673048E-09
    
```

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for the system of equivalent phase conductors.
 Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

```

1 1.228828E-08
2 -2.023910E-09 1.316873E-08
3 -1.687984E-09 -3.337691E-09 1.257010E-08
4 -4.187060E-10 -5.769177E-10 -2.418063E-10 1.256974E-08
5 -8.913593E-10 -1.725719E-09 -5.768473E-10 -3.337919E-09 1.316860E-08
6 -1.653553E-09 -8.915276E-10 -4.186318E-10 -1.689074E-09 -2.024595E-09 1.228495E-08
    
```

Capacitance matrix, in units of [farads/kmeter] for symmetrical components of the equivalent phase conductor
 Rows proceed in the sequence (0, 1, 2), (0, 1, 2), etc.; columns proceed in the sequence (0, 2, 1), (0, 2, 1), etc.

```

0 7.975979E-09
0.000000E+00
1 3.002030E-10 -1.181541E-09
7.583764E-11 -3.667580E-10
2 3.002030E-10 1.502556E-08 -1.181541E-09
-7.583764E-11 -9.778412E-26 3.667580E-10
0 -2.465023E-09 -2.492978E-10 -2.492978E-10 7.973371E-09
0.000000E+00 -5.649022E-10 5.649022E-10 0.000000E+00
1 6.137963E-10 2.889708E-10 -4.901699E-11 -2.153117E-10 2.735900E-10
-6.645671E-11 5.006116E-10 2.259243E-10 -2.208928E-10 -1.207049E-09
2 6.137963E-10 -4.901699E-11 2.889708E-10 -2.153117E-10 1.502496E-08 2.735900E-10
6.645671E-11 -2.259243E-10 -5.006116E-10 2.208928E-10 2.056279E-25 1.207049E-09
    
```

Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter] for the system of physical conductors.
 Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

```

1 1.252610E-01
9.338476E-01
    
```

| | |
|---|--|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B</p> |
| <p>COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO</p> | <p>Rev. 0 Folha 139 de 143</p> |

| | | | | | | | | | | |
|----|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--|
| 2 | 5.802410E-02 4.215556E-01 | 1.257183E-01 9.333584E-01 | | | | | | | | |
| 3 | 5.804072E-02 4.075795E-01 | 5.827082E-02 4.519675E-01 | 1.257529E-01 9.333218E-01 | | | | | | | |
| 4 | 5.803593E-02 3.637801E-01 | 5.826655E-02 3.786294E-01 | 5.827941E-02 3.546109E-01 | 1.257529E-01 9.333218E-01 | | | | | | |
| 5 | 5.802193E-02 3.879004E-01 | 5.825229E-02 4.142777E-01 | 5.826655E-02 3.786294E-01 | 5.827082E-02 4.519675E-01 | 1.257183E-01 9.333584E-01 | | | | | |
| 6 | 5.779453E-02 4.012450E-01 | 5.802193E-02 3.879004E-01 | 5.803593E-02 3.637801E-01 | 5.804072E-02 4.075795E-01 | 5.802410E-02 4.215556E-01 | 1.252610E-01 9.338476E-01 | | | | |
| 7 | 5.779698E-02 6.559647E-01 | 5.802408E-02 4.211184E-01 | 5.804079E-02 4.088396E-01 | 5.803567E-02 3.624258E-01 | 5.802176E-02 3.862391E-01 | 5.779436E-02 3.987165E-01 | 1.252610E-01 9.338476E-01 | | | |
| 8 | 5.778681E-02 6.298446E-01 | 5.801378E-02 4.178799E-01 | 5.803048E-02 4.063079E-01 | 5.802538E-02 3.616766E-01 | 5.801147E-02 3.849282E-01 | 5.778420E-02 3.986865E-01 | 5.778681E-02 6.559757E-01 | 1.252407E-01 9.338695E-01 | | |
| 9 | 5.778681E-02 6.559757E-01 | 5.801380E-02 4.182808E-01 | 5.803041E-02 4.051287E-01 | 5.802563E-02 3.630034E-01 | 5.801164E-02 3.865309E-01 | 5.778437E-02 4.012121E-01 | 5.778681E-02 6.298446E-01 | 5.777665E-02 6.559867E-01 | 1.252407E-01 9.338695E-01 | |
| 10 | 5.802411E-02 4.218452E-01 | 5.825422E-02 6.554756E-01 | 5.827091E-02 4.571828E-01 | 5.826629E-02 3.767372E-01 | 5.825213E-02 4.112623E-01 | 5.802176E-02 3.862391E-01 | 5.802410E-02 4.215556E-01 | 5.801380E-02 4.182808E-01 | 5.801381E-02 4.185461E-01 | |
| | 1.257183E-01 9.333584E-01 | | | | | | | | | |
| 11 | 5.801381E-02 4.253177E-01 | 5.824379E-02 6.293555E-01 | 5.826047E-02 4.563580E-01 | 5.825586E-02 3.766483E-01 | 5.824170E-02 4.112155E-01 | 5.801147E-02 3.875587E-01 | 5.801380E-02 4.250004E-01 | 5.800351E-02 4.215776E-01 | 5.800352E-02 4.218672E-01 | |
| | 5.824379E-02 6.554866E-01 | 1.256974E-01 9.333805E-01 | | | | | | | | |
| 12 | 5.801380E-02 4.250004E-01 | 5.824379E-02 6.554866E-01 | 5.826038E-02 4.512496E-01 | 5.825612E-02 3.785354E-01 | 5.824187E-02 4.142260E-01 | 5.801164E-02 3.892800E-01 | 5.801378E-02 4.245217E-01 | 5.800349E-02 4.211404E-01 | 5.800351E-02 4.215776E-01 | |
| | 5.824379E-02 6.293555E-01 | 5.823336E-02 6.554977E-01 | 1.256974E-01 9.333805E-01 | | | | | | | |
| 13 | 5.804064E-02 4.062591E-01 | 5.827072E-02 4.470857E-01 | 5.828884E-02 6.554389E-01 | 5.827906E-02 3.532287E-01 | 5.826629E-02 3.767372E-01 | 5.803567E-02 3.624258E-01 | 5.804072E-02 4.075795E-01 | 5.803041E-02 4.051287E-01 | 5.803034E-02 4.038904E-01 | |
| | 5.827082E-02 4.519675E-01 | 5.826038E-02 4.512496E-01 | 5.826028E-02 4.464556E-01 | 1.257529E-01 9.333218E-01 | | | | | | |
| 14 | 5.803034E-02 4.087024E-01 | 5.826028E-02 4.474451E-01 | 5.827838E-02 6.293189E-01 | 5.826863E-02 3.532274E-01 | 5.825586E-02 3.768019E-01 | 5.802538E-02 3.631805E-01 | 5.803041E-02 4.101125E-01 | 5.802011E-02 4.076015E-01 | 5.802004E-02 4.062811E-01 | |
| | 5.826038E-02 4.523753E-01 | 5.824994E-02 4.519896E-01 | 5.824984E-02 4.471078E-01 | 5.827839E-02 6.554500E-01 | 1.257320E-01 9.333439E-01 | | | | | |

| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 140 de 143 |

| | | | | | | | | | |
|----|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 15 | 5.803041E-02 4.101125E-01 | 5.826038E-02 4.523753E-01 | 5.827839E-02 6.554500E-01 | 5.826898E-02 3.546091E-01 | 5.825612E-02 3.786969E-01 | 5.802563E-02 3.645623E-01 | 5.803048E-02 4.114614E-01 | 5.802019E-02 4.088617E-01 | 5.802011E-02 4.076015E-01 |
| | 5.826047E-02 4.576499E-01 | 5.825003E-02 4.572049E-01 | 5.824994E-02 4.519896E-01 | 5.827838E-02 6.293189E-01 | 5.826793E-02 6.554611E-01 | 1.257320E-01 9.333439E-01 | | | |
| 16 | 5.803617E-02 3.651510E-01 | 5.826680E-02 3.805703E-01 | 5.827975E-02 3.560190E-01 | 5.828884E-02 6.554389E-01 | 5.827091E-02 4.571828E-01 | 5.804079E-02 4.088396E-01 | 5.803593E-02 3.637801E-01 | 5.802563E-02 3.630034E-01 | 5.802588E-02 3.643454E-01 |
| | 5.826655E-02 3.786294E-01 | 5.825612E-02 3.785354E-01 | 5.825637E-02 3.804708E-01 | 5.827941E-02 3.546109E-01 | 5.826898E-02 3.546091E-01 | 5.826932E-02 3.560166E-01 | 1.257529E-01 9.333218E-01 | | |
| 17 | 5.802588E-02 3.659621E-01 | 5.825637E-02 3.806408E-01 | 5.826932E-02 3.560166E-01 | 5.827838E-02 6.293189E-01 | 5.826047E-02 4.576499E-01 | 5.803048E-02 4.114614E-01 | 5.802563E-02 3.645623E-01 | 5.801535E-02 3.638022E-01 | 5.801559E-02 3.651731E-01 |
| | 5.825612E-02 3.786969E-01 | 5.824569E-02 3.786515E-01 | 5.824594E-02 3.805924E-01 | 5.826898E-02 3.546091E-01 | 5.825856E-02 3.546330E-01 | 5.825890E-02 3.560411E-01 | 5.827839E-02 6.554500E-01 | 1.257320E-01 9.333439E-01 | |
| 18 | 5.802563E-02 3.645623E-01 | 5.825612E-02 3.786969E-01 | 5.826898E-02 3.546091E-01 | 5.827839E-02 6.554500E-01 | 5.826038E-02 4.523753E-01 | 5.803041E-02 4.101125E-01 | 5.802538E-02 3.631805E-01 | 5.801509E-02 3.624479E-01 | 5.801535E-02 3.638022E-01 |
| | 5.825586E-02 3.768019E-01 | 5.824544E-02 3.767593E-01 | 5.824569E-02 3.786515E-01 | 5.826863E-02 3.532274E-01 | 5.825821E-02 3.532508E-01 | 5.825856E-02 3.546330E-01 | 5.827838E-02 6.293189E-01 | 5.826793E-02 6.554611E-01 | 1.257320E-01 9.333439E-01 |
| 19 | 5.802209E-02 3.895734E-01 | 5.825245E-02 4.174187E-01 | 5.826680E-02 3.805703E-01 | 5.827072E-02 4.470857E-01 | 5.825422E-02 6.554756E-01 | 5.802408E-02 4.211184E-01 | 5.802193E-02 3.879004E-01 | 5.801164E-02 3.865309E-01 | 5.801180E-02 3.881425E-01 |
| | 5.825229E-02 4.142777E-01 | 5.824187E-02 4.142260E-01 | 5.824202E-02 4.173616E-01 | 5.826655E-02 3.786294E-01 | 5.825612E-02 3.786969E-01 | 5.825637E-02 3.806408E-01 | 5.827082E-02 4.519675E-01 | 5.826038E-02 4.523753E-01 | 5.826028E-02 4.474451E-01 |
| | 1.257183E-01 9.333584E-01 | | | | | | | | |
| 20 | 5.801180E-02 3.910163E-01 | 5.824202E-02 4.173616E-01 | 5.825637E-02 3.804708E-01 | 5.826028E-02 4.464556E-01 | 5.824379E-02 6.293555E-01 | 5.801378E-02 4.245217E-01 | 5.801164E-02 3.892800E-01 | 5.800135E-02 3.879224E-01 | 5.800151E-02 3.895954E-01 |
| | 5.824187E-02 4.142260E-01 | 5.823144E-02 4.142998E-01 | 5.823160E-02 4.174408E-01 | 5.825612E-02 3.785354E-01 | 5.824569E-02 3.786515E-01 | 5.824594E-02 3.805924E-01 | 5.826038E-02 4.512496E-01 | 5.824994E-02 4.519896E-01 | 5.824984E-02 4.471078E-01 |
| | 5.824379E-02 6.554866E-01 | 1.256974E-01 9.333805E-01 | | | | | | | |
| 21 | 5.801164E-02 3.892800E-01 | 5.824187E-02 4.142260E-01 | 5.825612E-02 3.785354E-01 | 5.826038E-02 4.512496E-01 | 5.824379E-02 6.554866E-01 | 5.801380E-02 4.250004E-01 | 5.801147E-02 3.875587E-01 | 5.800119E-02 3.862611E-01 | 5.800135E-02 3.879224E-01 |
| | 5.824170E-02 4.112155E-01 | 5.823128E-02 4.112844E-01 | 5.823144E-02 4.142998E-01 | 5.825586E-02 3.766483E-01 | 5.824544E-02 3.767593E-01 | 5.824569E-02 3.786515E-01 | 5.826047E-02 4.563580E-01 | 5.825003E-02 4.572049E-01 | 5.824994E-02 4.519896E-01 |
| | 5.824379E-02 6.293555E-01 | 5.823336E-02 6.554977E-01 | 1.256974E-01 9.333805E-01 | | | | | | |
| 22 | 5.779469E-02 4.038612E-01 | 5.802209E-02 3.895734E-01 | 5.803617E-02 3.651510E-01 | 5.804064E-02 4.062591E-01 | 5.802411E-02 4.218452E-01 | 5.779698E-02 6.559647E-01 | 5.779453E-02 4.012450E-01 | 5.778437E-02 4.012121E-01 | 5.778453E-02 4.038252E-01 |

| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 141 de 143 |

| | | | | | | | | | |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 5.802193E-02 | 5.801164E-02 | 5.801180E-02 | 5.803593E-02 | 5.802563E-02 | 5.802588E-02 | 5.804072E-02 | 5.803041E-02 | 5.803034E-02 |
| | 3.879004E-01 | 3.892800E-01 | 3.910163E-01 | 3.637801E-01 | 3.645623E-01 | 3.659621E-01 | 4.075795E-01 | 4.101125E-01 | 4.087024E-01 |
| | 5.802410E-02 | 5.801380E-02 | 5.801381E-02 | 1.252610E-01 | | | | | |
| | 4.215556E-01 | 4.250004E-01 | 4.253177E-01 | 9.338476E-01 | | | | | |
| 23 | 5.778453E-02 | 5.801180E-02 | 5.802588E-02 | 5.803034E-02 | 5.801381E-02 | 5.778681E-02 | 5.778437E-02 | 5.777421E-02 | 5.777437E-02 |
| | 4.038252E-01 | 3.881425E-01 | 3.643454E-01 | 4.038904E-01 | 4.185461E-01 | 6.298446E-01 | 4.012121E-01 | 4.012669E-01 | 4.038832E-01 |
| | 5.801164E-02 | 5.800135E-02 | 5.800151E-02 | 5.802563E-02 | 5.801535E-02 | 5.801559E-02 | 5.803041E-02 | 5.802011E-02 | 5.802004E-02 |
| | 3.865309E-01 | 3.879224E-01 | 3.895954E-01 | 3.630034E-01 | 3.638022E-01 | 3.651731E-01 | 4.051287E-01 | 4.076015E-01 | 4.062811E-01 |
| | 5.801380E-02 | 5.800351E-02 | 5.800352E-02 | 5.778681E-02 | 1.252407E-01 | | | | |
| | 4.182808E-01 | 4.215776E-01 | 4.218672E-01 | 6.559757E-01 | 9.338695E-01 | | | | |
| 24 | 5.778437E-02 | 5.801164E-02 | 5.802563E-02 | 5.803041E-02 | 5.801380E-02 | 5.778681E-02 | 5.778420E-02 | 5.777404E-02 | 5.777421E-02 |
| | 4.012121E-01 | 3.865309E-01 | 3.630034E-01 | 4.051287E-01 | 4.182808E-01 | 6.559757E-01 | 3.986865E-01 | 3.987384E-01 | 4.012669E-01 |
| | 5.801147E-02 | 5.800119E-02 | 5.800135E-02 | 5.802538E-02 | 5.801509E-02 | 5.801535E-02 | 5.803048E-02 | 5.802019E-02 | 5.802011E-02 |
| | 3.849282E-01 | 3.862611E-01 | 3.879224E-01 | 3.616766E-01 | 3.624479E-01 | 3.638022E-01 | 4.063079E-01 | 4.088617E-01 | 4.076015E-01 |
| | 5.801378E-02 | 5.800349E-02 | 5.800351E-02 | 5.778681E-02 | 5.777665E-02 | 1.252407E-01 | | | |
| | 4.178799E-01 | 4.211404E-01 | 4.215776E-01 | 6.298446E-01 | 6.559867E-01 | 9.338695E-01 | | | |
| 25 | 5.760113E-02 | 5.782565E-02 | 5.784284E-02 | 5.783560E-02 | 5.782238E-02 | 5.759740E-02 | 5.760117E-02 | 5.759111E-02 | 5.759107E-02 |
| | 4.260255E-01 | 3.723960E-01 | 3.717005E-01 | 3.396965E-01 | 3.542713E-01 | 3.733528E-01 | 4.274131E-01 | 4.308663E-01 | 4.293487E-01 |
| | 5.782571E-02 | 5.781553E-02 | 5.781547E-02 | 5.784281E-02 | 5.783262E-02 | 5.783264E-02 | 5.783589E-02 | 5.782571E-02 | 5.782543E-02 |
| | 3.728274E-01 | 3.745726E-01 | 3.741211E-01 | 3.715297E-01 | 3.732850E-01 | 3.734639E-01 | 3.405605E-01 | 3.413286E-01 | 3.404473E-01 |
| | 5.782258E-02 | 5.781240E-02 | 5.781220E-02 | 5.759760E-02 | 5.758755E-02 | 5.758735E-02 | 4.029773E-01 | | |
| | 3.551657E-01 | 3.562528E-01 | 3.553329E-01 | 3.749429E-01 | 3.757807E-01 | 3.741562E-01 | 9.740116E-01 | | |
| 26 | 5.759760E-02 | 5.782258E-02 | 5.783589E-02 | 5.784281E-02 | 5.782571E-02 | 5.760117E-02 | 5.759740E-02 | 5.758735E-02 | 5.758755E-02 |
| | 3.749429E-01 | 3.551657E-01 | 3.405605E-01 | 3.715297E-01 | 3.728274E-01 | 4.274131E-01 | 3.733528E-01 | 3.741562E-01 | 3.757807E-01 |
| | 5.782238E-02 | 5.781220E-02 | 5.781240E-02 | 5.783560E-02 | 5.782543E-02 | 5.782571E-02 | 5.784284E-02 | 5.783264E-02 | 5.783262E-02 |
| | 3.542713E-01 | 3.553329E-01 | 3.562528E-01 | 3.396965E-01 | 3.404473E-01 | 3.413286E-01 | 3.717005E-01 | 3.734639E-01 | 3.732850E-01 |
| | 5.782565E-02 | 5.781547E-02 | 5.781553E-02 | 5.760113E-02 | 5.759107E-02 | 5.759111E-02 | 5.740229E-02 | 5.748745E-01 | |
| | 3.723960E-01 | 3.741211E-01 | 3.745726E-01 | 4.260255E-01 | 4.293487E-01 | 4.308663E-01 | 3.685173E-01 | 9.861358E-01 | |

Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter] for the system of equivalent phase conductors.
Rows and columns proceed in the same order as the sorted input.

| | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 9.479517E-02 | | |
| | 4.900288E-01 | | |
| 2 | 7.324550E-02 | 8.656232E-02 | |
| | 2.148186E-01 | 5.310466E-01 | |
| 3 | 7.225581E-02 | 6.866351E-02 | 8.464912E-02 |
| | 2.043986E-01 | 2.681436E-01 | 5.377510E-01 |

| | |
|---|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 142 de 143 |

EKTT 11

Serviços de Transmissão de
Energia Elétrica SPE S.A.



```
4 7.216693E-02 6.934744E-02 6.808404E-02 8.690564E-02
1.641698E-01 1.969806E-01 1.767200E-01 5.406087E-01

5 7.319566E-02 7.007861E-02 6.884327E-02 7.045423E-02 8.787075E-02
1.831959E-01 2.281871E-01 1.963323E-01 2.704222E-01 5.327164E-01

6 7.779469E-02 7.442253E-02 7.282962E-02 7.539314E-02 7.588328E-02 9.896248E-02
1.783351E-01 1.847335E-01 1.649501E-01 2.084335E-01 2.182129E-01 4.955126E-01
```

Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter] for symmetrical components of the equivalent phase conductor
Rows proceed in the sequence (0, 1, 2), (0, 1, 2), etc.; columns proceed in the sequence (0, 2, 1), (0, 2, 1), etc.

```
0 2.314454E-01
9.778493E-01

1 3.352955E-03 -7.613004E-03
-3.346367E-02 2.425242E-02

2 5.498113E-03 1.728060E-02 8.289776E-03
-3.513965E-02 2.904885E-01 2.421421E-02

0 2.155876E-01 -1.697056E-02 2.454025E-02 2.390667E-01
5.578681E-01 -1.490252E-02 -1.726483E-02 9.876582E-01

1 -2.600103E-02 1.092560E-02 7.537548E-03 -3.179129E-02 -2.524668E-02
-1.373123E-02 -6.485051E-03 -3.623155E-04 1.127542E-02 -4.961474E-03

2 2.001185E-02 -8.049990E-03 -1.108046E-02 2.547757E-02 1.733607E-02 2.485215E-02
-6.266487E-03 -1.988299E-04 -6.147517E-03 2.053071E-02 2.905897E-01 -5.662324E-03
```



| Sequence | Surge impedance magnitude(ohm) angle(degr.) | Attenuation db/km | velocity km/sec | Wavelength km | Resistance ohm/km | Reactance ohm/km | Susceptance mho/km |
|-----------|--|----------------------|--------------------|------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| Zero : | 5.78091E+02 -6.65809E+00 | 1.75055E-03 | 2.18353E+05 | 3.63921E+03 | 2.31445E-01 | 9.77849E-01 | 3.00687E-06 |
| Positive: | 2.26656E+02 -1.70220E+00 | 3.31259E-04 | 2.93761E+05 | 4.89601E+03 | 1.72806E-02 | 2.90489E-01 | 5.66450E-06 |

Request for flushing of punch buffer. |\$PUNCH

| | |
|--|----------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1008-0B-B |
| COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 143 de 143 |



| | | | | | |
|-------------|-------------|------------------------|--------------|---------------|---------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 0 | 26/06/19 | Emissão Inicial | VRA | KCAR | RJC |
| <i>Rev.</i> | <i>Data</i> | <i>Descrição</i> | <i>Elab.</i> | <i>Verif.</i> | <i>Aprov.</i> |

| | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|
| <p>EKTT 11 Serviços de Transmissão de Energia Elétrica SPE S.A.</p>  | | <p><i>Nome da Obra</i></p> <p>LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> <p><i>Título do Documento:</i></p> <p>PROJETO BÁSICO – LOTE 1 - LEILÃO ANEEL nº 04/2018 LINHAS DE TRANSMISSÃO</p> <p>DIRETRIZES SELECIONADAS</p> | | | |
|  | | <p><i>Elaborado</i> VRA 26/06/19</p> <p><i>Verificado</i> KCAR 26/06/19</p> <p><i>Aprovado</i> RJC 26/06/19</p> <p><i>Responsável</i> CFS 26/06/19</p> <p><i>CREA Nº</i> 200011958-9</p> | | <p><i>Classe.Proj.</i> Elétrica</p> <p><i>Situação. Projeto Básico</i></p> <p><i>Rev.</i> 0 <i>Folha</i> 1/15</p> <p><i>Nº Documento:</i> LT-L-GERAL-RP-A4-1016-B</p> | |

| | | |
|---|---------------------------------------|---|
| 1 | OBJETIVO | 3 |
| 2 | TRAVESSIAS DE LTS DA REDE BÁSICA..... | 3 |
| 3 | DIRETRIZES SELECIONADAS | 4 |

| | |
|---|--------------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1016-B |
| DIRETRIZES SELECIONADAS | Rev. 0 |
| | Folha 2 de 15 |

1 OBJETIVO

Apresentar as diretrizes selecionadas para as projeto das LTs 525 kV integrantes do Lote 01 do Edital de Leilão nº04/2018 da ANEEL e relacionar as travessias com LTs existentes da Rede Básica. As linhas de transmissão 525 kV integrantes do Lote 01 são:

- a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul (CS) com 281 km⁽¹⁾;
- b) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 (CS) com 75,8 km⁽²⁾;
- c) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu (CS) com 72,2 km⁽²⁾;

(1) A linha de transmissão LT 525 kV Areia – Joinville Sul será construída com trecho em torres de circuito duplo, por 4 km, a partir da subestação Joinville Sul, com lançamento de apenas um circuito. O segundo circuito desse trecho, em circuito duplo, será implantado futuramente.

(2) As linhas de transmissão LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 e LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu serão construídas com trechos em torres de circuito duplo, cada uma, por 4 km, a partir da subestação Itajaí 2, com lançamento de apenas um circuito cada. Os segundos circuitos desses trechos, em circuito duplo, serão implantados futuramente.

2 TRAVESSIAS DE LTS DA REDE BÁSICA

a) LT 525 kV (CS e CD) Areia – Joinville Sul

LT 230 kV Areia – São Mateus do Sul C1;

LT 230 kV Curitiba – São Mateus do Sul C1;

LT 525 kV Curitiba – Blumenau C1;

LT 230 kV Blumenau – Joinville C1.

b) LT 525 kV (CS e CD) Joinville Sul – Itajaí 2

Não foram identificadas travessias com LTs da rede básica.

c) LT 525 kV (CS e CD) Itajaí 2 – Biguaçu

Não foram identificadas travessias com LTs da rede básica.

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1016-B |
| DIRETRIZES SELECIONADAS | Rev. 0 |
| | Folha 3 de 15 |

3 DIRETRIZES SELECIONADAS

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1016-B |
| DIRETRIZES SELECIONADAS | Rev. 0 |
| | Folha 4 de 15 |

3.1 LT 525 KV (CS E CD) AREIA – JOINVILLE SUL

| Vértices | Coordenadas | | | | Distância (m) | |
|----------|--------------------|--------------------|------------|-------------|---------------|-------------|
| | Longitude | Latitude | Este | Sul | Parcial | Progressiva |
| SE Areia | 51° 36' 00.4456" W | 25° 58' 05.5638" S | 439924.176 | 7127698.688 | 71.37 | 0.00 |
| V1 | 51° 35' 59.5241" W | 25° 58' 03.3994" S | 439949.494 | 7127765.390 | 375.43 | 71.37 |
| V2 | 51° 35' 51.1139" W | 25° 57' 53.8585" S | 440182.025 | 7128059.966 | 3527.00 | 446.80 |
| V3 | 51° 34' 30.3760" W | 25° 56' 25.4900" S | 442415.283 | 7130788.497 | 1717.00 | 3973.80 |
| V4 | 51° 33' 30.9906" W | 25° 56' 10.2771" S | 444065.045 | 7131263.637 | 4069.00 | 5690.80 |
| V5 | 51° 31' 13.6284" W | 25° 55' 24.9726" S | 447880.254 | 7132673.057 | 2679.00 | 9759.80 |
| V6 | 51° 29' 43.9889" W | 25° 54' 53.2088" S | 450370.151 | 7133659.856 | 1804.00 | 12438.80 |
| V7 | 51° 28' 46.4822" W | 25° 54' 26.1603" S | 451966.945 | 7134497.885 | 1021.00 | 14242.80 |
| V8 | 51° 28' 09.8183" W | 25° 54' 26.5427" S | 452987.041 | 7134489.811 | 11636.00 | 15263.80 |
| V9 | 51° 21' 16.0508" W | 25° 55' 20.7801" S | 464503.213 | 7132857.516 | 9889.00 | 26899.80 |
| V10 | 51° 15' 24.0231" W | 25° 56' 04.6615" S | 474298.503 | 7131530.466 | 3702.00 | 36788.80 |
| V11 | 51° 13' 21.3407" W | 25° 56' 51.2560" S | 477713.335 | 7130103.366 | 3474.00 | 40490.80 |
| V12 | 51° 11' 19.0150" W | 25° 57' 13.9263" S | 481116.436 | 7129411.324 | 2809.00 | 43964.80 |
| V13 | 51° 09' 39.8230" W | 25° 57' 30.9604" S | 483875.637 | 7128891.005 | 5227.00 | 46773.80 |
| V14 | 51° 06' 40.5930" W | 25° 58' 21.9202" S | 488861.202 | 7127328.561 | 16390.00 | 52000.80 |
| V15 | 50° 56' 57.9392" W | 25° 59' 41.4347" S | 505061.393 | 7124886.291 | 4079.00 | 68390.80 |
| V16 | 50° 54' 33.6841" W | 26° 00' 05.3820" S | 509071.258 | 7124147.455 | 7331.00 | 72469.80 |
| V17 | 50° 50' 17.0362" W | 26° 00' 59.7725" S | 516203.750 | 7122467.386 | 2959.00 | 79800.80 |
| V18 | 50° 48' 40.2142" W | 26° 01' 39.6558" S | 518893.195 | 7121236.869 | 3805.00 | 82759.80 |
| V19 | 50° 46' 23.8360" W | 26° 01' 29.2382" S | 522684.104 | 7121551.307 | 1841.00 | 86564.80 |
| V20 | 50° 45' 17.7148" W | 26° 01' 32.2987" S | 524521.676 | 7121453.840 | 4102.00 | 88405.80 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 kv (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kv (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kv (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1016-B |
| DIRETRIZES SELECIONADAS | Rev. 0 |
| | Folha 5 de 15 |

| Vértices | Coordenadas | | | | Distância (m) | |
|----------|--------------------|--------------------|------------|-------------|---------------|-------------|
| | Longitude | Latitude | Este | Sul | Parcial | Progressiva |
| V21 | 50° 42' 50.7294" W | 26° 01' 43.7574" S | 528606.143 | 7121093.036 | 4923.00 | 92507.80 |
| V22 | 50° 40' 06.3970" W | 26° 02' 43.3872" S | 533168.745 | 7119247.869 | 11275.00 | 97430.80 |
| V23 | 50° 33' 23.2317" W | 26° 03' 23.4543" S | 544368.138 | 7117982.012 | 5656.00 | 108705.80 |
| V24 | 50° 30' 02.8848" W | 26° 03' 55.5262" S | 549931.324 | 7116975.263 | 8727.00 | 114361.80 |
| V25 | 50° 24' 49.0615" W | 26° 04' 04.7600" S | 558649.535 | 7116654.903 | 8121.00 | 123088.80 |
| V26 | 50° 20' 13.7087" W | 26° 05' 33.1301" S | 566286.206 | 7113899.655 | 3331.00 | 131209.80 |
| V27 | 50° 18' 14.8831" W | 26° 05' 47.3927" S | 569584.689 | 7113443.668 | 2423.00 | 134540.80 |
| V28 | 50° 17' 00.4300" W | 26° 06' 28.4032" S | 571645.896 | 7112170.804 | 2524.00 | 136963.80 |
| V29 | 50° 15' 30.1278" W | 26° 06' 37.2914" S | 574152.509 | 7111883.319 | 7401.00 | 139487.80 |
| V30 | 50° 11' 11.0648" W | 26° 07' 33.3541" S | 581337.178 | 7110115.596 | 18773.00 | 146888.80 |
| V31 | 50° 00' 21.2736" W | 26° 10' 21.2331" S | 599343.541 | 7104825.328 | 1675.00 | 165661.80 |
| V32 | 49° 59' 27.2752" W | 26° 10' 45.4637" S | 600836.811 | 7104068.293 | 2305.00 | 167336.80 |
| V33 | 49° 58' 14.3121" W | 26° 11' 21.1855" S | 602853.531 | 7102953.379 | 1775.00 | 169641.80 |
| V34 | 49° 57' 10.6853" W | 26° 11' 26.7548" S | 604618.269 | 7102767.908 | 11553.00 | 171416.80 |
| V35 | 49° 50' 25.3540" W | 26° 12' 51.7545" S | 615845.864 | 7100057.100 | 2284.00 | 182969.80 |
| V36 | 49° 49' 08.4283" W | 26° 13' 18.0776" S | 617973.350 | 7099227.948 | 6546.00 | 185253.80 |
| V37 | 49° 45' 12.7554" W | 26° 13' 25.3606" S | 624511.305 | 7098942.646 | 3141.00 | 191799.80 |
| V38 | 49° 43' 20.4168" W | 26° 13' 37.6720" S | 627625.038 | 7098533.503 | 6832.00 | 194940.80 |
| V39 | 49° 39' 38.8679" W | 26° 15' 14.4301" S | 633742.274 | 7095494.362 | 2997.00 | 201772.80 |
| V40 | 49° 38' 00.8596" W | 26° 15' 55.3705" S | 636448.124 | 7094206.278 | 8332.00 | 204769.80 |
| V41 | 49° 33' 19.7053" W | 26° 17' 30.5522" S | 644215.130 | 7091192.917 | 2499.00 | 213101.80 |
| V42 | 49° 31' 49.8616" W | 26° 17' 36.3334" S | 646704.993 | 7090986.958 | 2743.00 | 215600.80 |
| V43 | 49° 30' 11.4101" W | 26° 17' 44.7322" S | 649432.615 | 7090697.210 | 6120.00 | 218343.80 |
| V44 | 49° 26' 31.8683" W | 26° 18' 04.3038" S | 655514.439 | 7090023.061 | 1742.00 | 224463.80 |

LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 -
BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1016-B

DIRETRIZES SELECIONADAS

Rev. 0

Folha 6 de 15

| Vértices | Coordenadas | | | | Distância (m) | |
|----------|--------------------|--------------------|------------|-------------|---------------|-------------|
| | Longitude | Latitude | Este | Sul | Parcial | Progressiva |
| V45 | 49° 25' 29.0736" W | 26° 18' 04.7234" S | 657255.857 | 7089989.047 | 2939.00 | 226205.80 |
| V46 | 49° 23' 43.7346" W | 26° 18' 15.0066" S | 660173.461 | 7089636.693 | 1363.00 | 229144.80 |
| V47 | 49° 22' 55.6411" W | 26° 18' 05.9276" S | 661510.788 | 7089899.437 | 1380.00 | 230507.80 |
| V48 | 49° 22' 06.3230" W | 26° 18' 00.1190" S | 662880.870 | 7090060.982 | 2854.00 | 231887.80 |
| V49 | 49° 20' 23.4933" W | 26° 17' 56.6398" S | 665734.262 | 7090131.733 | 755.95 | 234741.80 |
| V50 | 49° 19' 59.3551" W | 26° 17' 45.2394" S | 666408.277 | 7090473.924 | 7896.00 | 235497.75 |
| V51 | 49° 15' 15.4028" W | 26° 18' 03.1487" S | 674276.780 | 7089818.878 | 4659.00 | 243393.75 |
| V52 | 49° 12' 27.4619" W | 26° 18' 00.1926" S | 678936.091 | 7089846.102 | 3074.00 | 248052.75 |
| V53 | 49° 10' 38.1110" W | 26° 17' 44.0403" S | 681976.144 | 7090300.744 | 2374.00 | 251126.75 |
| V54 | 49° 09' 17.7667" W | 26° 18' 10.5979" S | 684193.077 | 7089451.873 | 1235.00 | 253500.75 |
| V55 | 49° 08' 50.4904" W | 26° 18' 42.3104" S | 684935.637 | 7088465.152 | 1573.00 | 254735.75 |
| V56 | 49° 08' 54.0948" W | 26° 19' 33.3028" S | 684813.179 | 7086897.379 | 674.28 | 256308.75 |
| V57 | 49° 08' 42.5124" W | 26° 19' 52.5664" S | 685125.857 | 7086299.966 | 2869.00 | 256983.03 |
| V58 | 49° 07' 15.6866" W | 26° 20' 43.2674" S | 687510.819 | 7084704.898 | 1391.00 | 259852.03 |
| V59 | 49° 06' 57.9827" W | 26° 21' 25.5504" S | 687982.691 | 7083396.533 | 945.99 | 261243.03 |
| V60 | 49° 06' 32.5575" W | 26° 21' 46.0490" S | 688678.330 | 7082755.401 | 893.46 | 262189.02 |
| V61 | 49° 06' 01.3407" W | 26° 21' 53.2599" S | 689540.475 | 7082520.774 | 904.46 | 263082.48 |
| V62 | 49° 05' 31.5025" W | 26° 22' 05.1430" S | 690362.246 | 7082142.872 | 3486 | 263986.94 |
| V63 | 49° 03' 36.6657" W | 26° 21' 19.0120" S | 693567.065 | 7083515.035 | 944.9 | 267472.94 |
| V64 | 49° 03' 06.0429" W | 26° 21' 32.4865" S | 694409.818 | 7083087.569 | 2333 | 268417.84 |
| V65 | 49° 02' 04.1066" W | 26° 22' 23.7884" S | 696102.888 | 7081482.717 | 2371 | 270750.84 |
| V66 | 49° 00' 39.0230" W | 26° 22' 15.9439" S | 698465.213 | 7081687.959 | 4513 | 273121.84 |
| V67 | 48° 58' 01.4686" W | 26° 22' 52.9271" S | 702814.961 | 7080481.657 | 1275 | 277634.84 |
| V68 | 48° 57' 15.6871" W | 26° 22' 57.0401" S | 704082.000 | 7080335.000 | 676.14 | 278909.84 |

LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 -
BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1016-B

DIRETRIZES SELECIONADAS

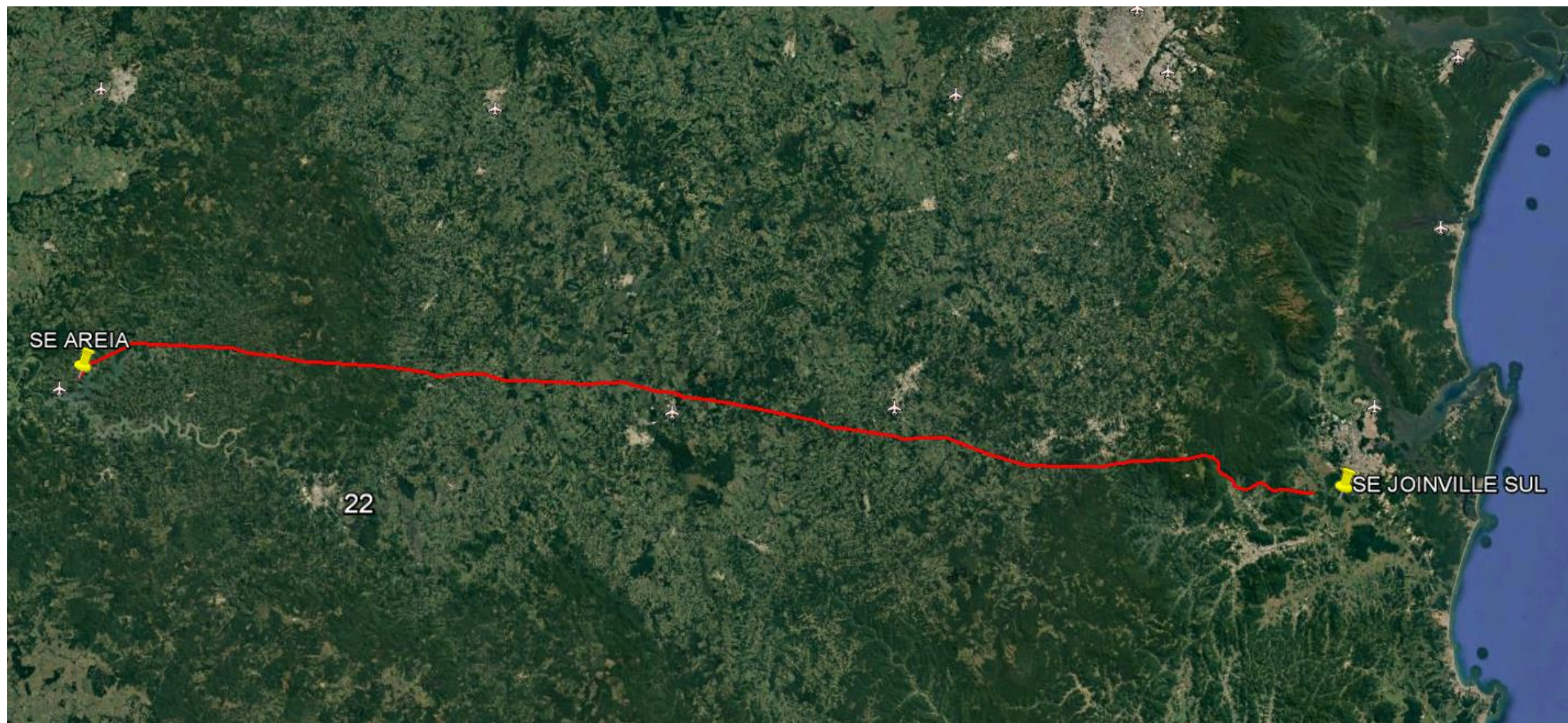
Rev. 0

Folha 7 de 15

EKTT 11Serviços de Transmissão de
Energia Elétrica SPE S.A.

| Vértices | Coordenadas | | | | Distância (m) | |
|------------------|--------------------|--------------------|------------|-------------|---------------|-------------|
| | Longitude | Latitude | Este | Sul | Parcial | Progressiva |
| V69 | 48° 56' 51.2964" W | 26° 22' 57.2432" S | 704758.000 | 7080318.000 | 109.42 | 279585.98 |
| SE JOINVILLE SUL | 48° 56' 51.1300" W | 26° 23' 00.7955" S | 704760.870 | 7080208.600 | - | 279695.40 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1016-B |
| DIRETRIZES SELECIONADAS | Rev. 0 |
| | Folha 8 de 15 |



| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1016-B |
| DIRETRIZES SELECIONADAS | Rev. 0 Folha 9 de 15 |

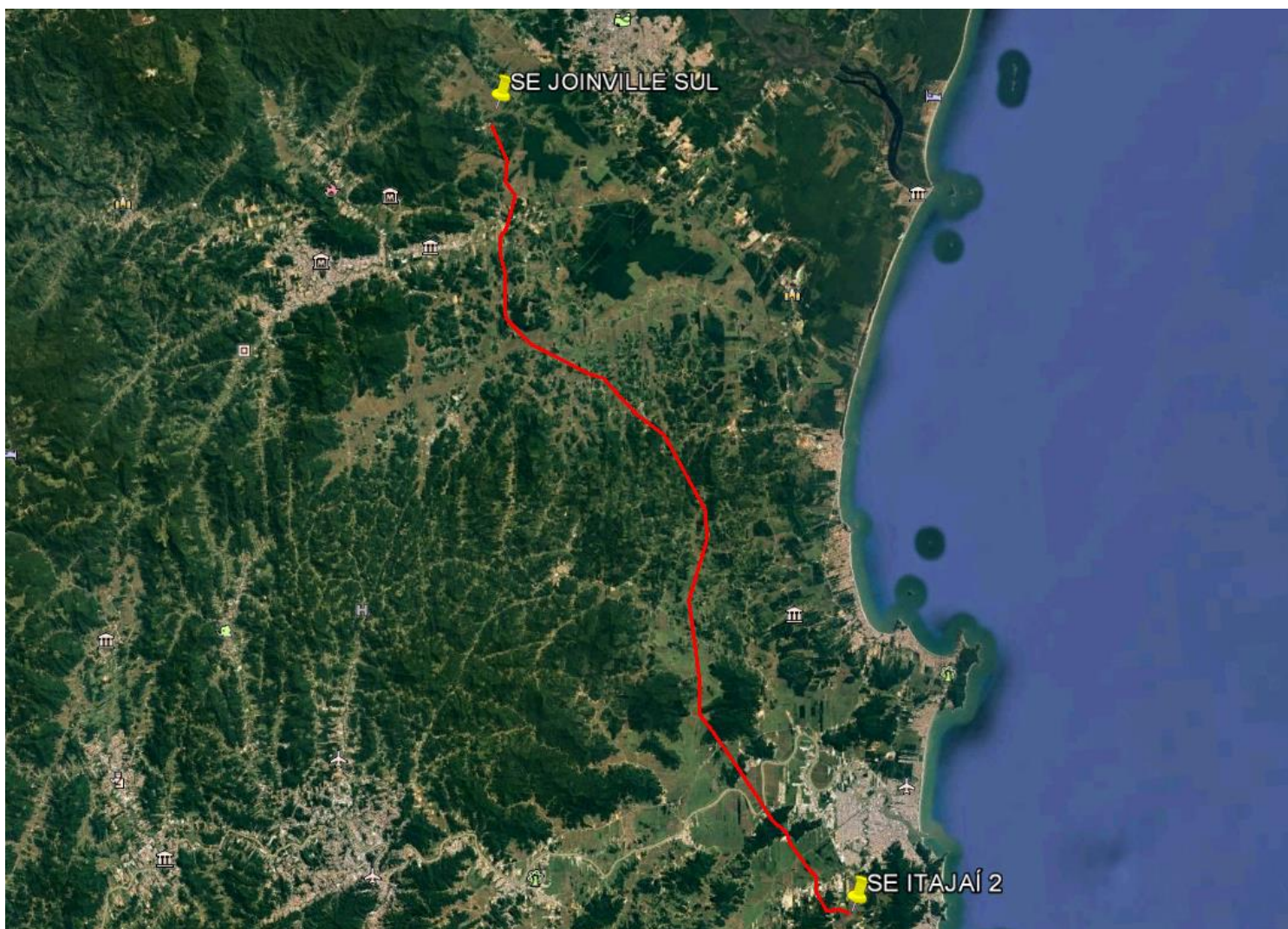
3.2 LT 525 KV (CS E CD) JOINVILLE SUL – ITAJAÍ 2

| Vértices | Coordenadas | | | | Distância (m) | |
|------------------|--------------------|--------------------|------------|-------------|---------------|-------------|
| | Longitude | Latitude | Este | Sul | Parcial | Progressiva |
| SE JOINVILLE SUL | 48° 56' 45.6230" W | 26° 23' 09.5637" S | 704909.200 | 7079936.000 | 131.83 | 0.00 |
| V1 | 48° 56' 45.8608" W | 26° 23' 13.8419" S | 704900.500 | 7079805.000 | 3168.00 | 131.83 |
| V2 | 48° 56' 06.8898" W | 26° 24' 50.6218" S | 705933.000 | 7076809.000 | 1732.00 | 3299.83 |
| V3 | 48° 56' 15.0989" W | 26° 25' 46.4004" S | 705678.000 | 7075096.000 | 1387.00 | 5031.83 |
| V4 | 48° 55' 48.5170" W | 26° 26' 24.5736" S | 706395.600 | 7073909.000 | 2746.00 | 6418.83 |
| V5 | 48° 56' 19.5900" W | 26° 27' 49.2860" S | 705492.900 | 7071316.000 | 855.95 | 9164.83 |
| V6 | 48° 56' 39.5107" W | 26° 28' 10.5472" S | 704930.700 | 7070671.000 | 1343.00 | 10020.78 |
| V7 | 48° 56' 41.6744" W | 26° 28' 54.1305" S | 704849.300 | 7069330.000 | 1573.00 | 11363.78 |
| V8 | 48° 56' 31.0197" W | 26° 29' 44.3381" S | 705119.600 | 7067780.000 | 2898.00 | 12936.78 |
| V9 | 48° 56' 34.8223" W | 26° 31' 18.4439" S | 704967.900 | 7064886.000 | 462.92 | 15834.78 |
| V10 | 48° 56' 37.1045" W | 26° 31' 33.3445" S | 704897.300 | 7064428.000 | 491.13 | 16297.70 |
| V11 | 48° 56' 32.4066" W | 26° 31' 48.7326" S | 705019.800 | 7063952.000 | 2759.00 | 16788.83 |
| V12 | 48° 55' 27.4505" W | 26° 32' 56.7141" S | 706784.200 | 7061831.000 | 5346.00 | 19547.83 |
| V13 | 48° 52' 42.0223" W | 26° 34' 26.4035" S | 711317.500 | 7058996.000 | 1088.00 | 24893.83 |
| V14 | 48° 52' 05.0530" W | 26° 34' 38.4750" S | 712334.400 | 7058607.000 | 1253.00 | 25981.83 |
| V15 | 48° 51' 37.4129" W | 26° 35' 10.7037" S | 713082.700 | 7057603.000 | 2748.00 | 27234.83 |
| V16 | 48° 50' 34.5138" W | 26° 36' 19.8227" S | 714787.400 | 7055446.000 | 2668.00 | 29982.83 |
| V17 | 48° 49' 21.1115" W | 26° 37' 16.0599" S | 716788.700 | 7053681.000 | 6791.00 | 32650.83 |
| V18 | 48° 47' 37.3063" W | 26° 40' 36.0107" S | 719554.000 | 7047477.000 | 2347.00 | 39441.83 |
| V19 | 48° 47' 38.7946" W | 26° 41' 52.2506" S | 719472.300 | 7045131.000 | 4916.00 | 41788.83 |
| V20 | 48° 48' 40.7413" W | 26° 44' 21.9747" S | 717680.600 | 7040553.000 | 6052.00 | 46704.83 |
| V21 | 48° 48' 24.9151" W | 26° 47' 38.0997" S | 718013.800 | 7034509.000 | 2780.00 | 52756.83 |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1016-B |
| DIRETRIZES SELECIONADAS | Rev. 0 |
| | Folha 10 de 15 |

| Vértices | Coordenadas | | | | Distância (m) | |
|-------------|--------------------|--------------------|------------|-------------|---------------|-------------|
| | Longitude | Latitude | Este | Sul | Parcial | Progressiva |
| V22 | 48° 48' 32.4988" W | 26° 49' 08.1692" S | 717756.500 | 7031740.000 | 1875.00 | 55536.83 |
| V23 | 48° 47' 54.3831" W | 26° 49' 58.5985" S | 718782.200 | 7030170.000 | 3833.00 | 57411.83 |
| V24 | 48° 46' 42.3344" W | 26° 51' 45.0543" S | 720714.200 | 7026858.000 | 3383.00 | 61244.83 |
| V25 | 48° 45' 41.0844" W | 26° 53' 20.2545" S | 722353.300 | 7023898.000 | 963.98 | 64627.83 |
| V26 | 48° 45' 24.1444" W | 26° 53' 47.6452" S | 722805.900 | 7023047.000 | 1311.00 | 65591.81 |
| V27 | 48° 44' 49.4146" W | 26° 54' 16.7080" S | 723748.400 | 7022135.000 | 892.54 | 66902.81 |
| V28 | 48° 44' 40.3765" W | 26° 54' 44.5518" S | 723982.600 | 7021274.000 | 2562.00 | 67795.35 |
| V29 | 48° 43' 50.5891" W | 26° 55' 54.8070" S | 725317.600 | 7019087.000 | 688.16 | 70357.35 |
| V30 | 48° 43' 33.8814" W | 26° 56' 11.4094" S | 725769.400 | 7018567.000 | 1127.00 | 71045.51 |
| V31 | 48° 43' 37.4251" W | 26° 56' 47.8717" S | 725651.400 | 7017447.000 | 1719.00 | 72172.51 |
| V32 | 48° 43' 10.1593" W | 26° 57' 38.0797" S | 726375.700 | 7015888.000 | 924.64 | 73891.51 |
| V33 | 48° 42' 36.8573" W | 26° 57' 34.6210" S | 727296.100 | 7015978.000 | 783.51 | 74816.15 |
| V34 | 48° 42' 11.2704" W | 26° 57' 45.6811" S | 727995.700 | 7015624.000 | 150.79 | 75599.66 |
| SE ITAJAÍ 2 | 48° 42' 05.8138" W | 26° 57' 45.9877" S | 728146.000 | 7015612.000 | - | 75750.45 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1016-B |
| DIRETRIZES SELECIONADAS | Rev. 0 |
| | Folha 11 de 15 |



LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 -
BIGUAÇU C1

LT-L-GERAL-RP-A4-1016-B

DIRETRIZES SELECIONADAS

Rev. 0

Folha 12 de 15

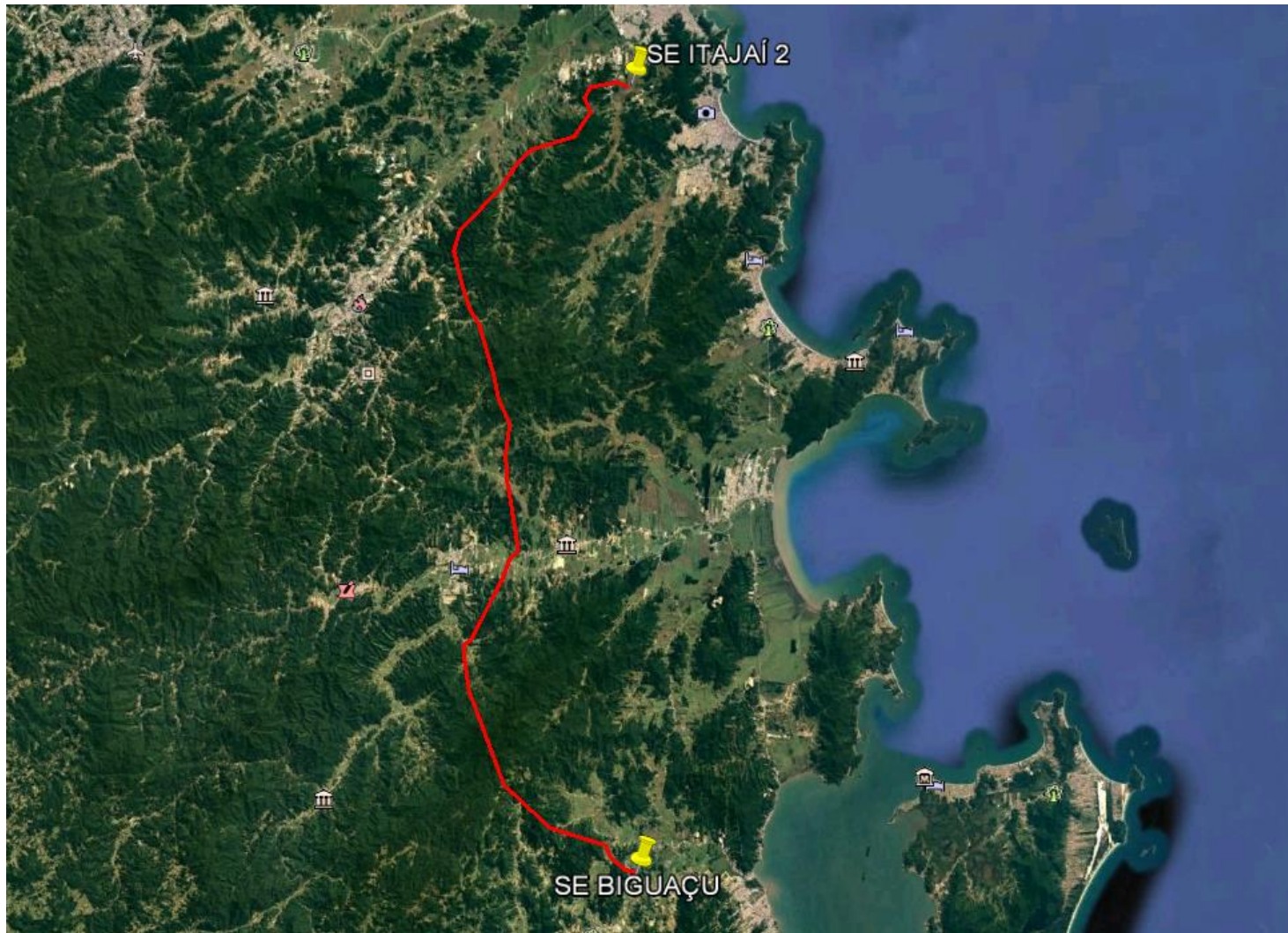
3.3 LT 525 KV (CS E CD) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU

| Vértices | Coordenadas | | | | Distância (m) | |
|-------------|--------------------|--------------------|------------|-------------|---------------|-------------|
| | Longitude | Latitude | Este | Sul | Parcial | Progressiva |
| SE ITAJAÍ 2 | 48° 42' 05.9499" W | 26° 57' 47.9328" S | 728141.188 | 7015552.500 | 132.06 | 0.00 |
| V1 | 48° 42' 10.7287" W | 26° 57' 47.6643" S | 728009.528 | 7015563.161 | 809.41 | 132.06 |
| V2 | 48° 42' 37.1616" W | 26° 57' 36.2386" S | 727286.836 | 7015928.093 | 2012.00 | 941.47 |
| V3 | 48° 43' 49.6331" W | 26° 57' 43.7623" S | 725283.735 | 7015732.587 | 931.22 | 2953.47 |
| V4 | 48° 44' 07.5427" W | 26° 58' 09.4108" S | 724775.600 | 7014951.976 | 1191.00 | 3884.69 |
| V5 | 48° 43' 53.2515" W | 26° 58' 45.9133" S | 725149.561 | 7013821.333 | 2224.00 | 5075.69 |
| V6 | 48° 44' 40.7090" W | 26° 59' 44.3311" S | 723808.664 | 7012046.656 | 3294.00 | 7299.69 |
| V7 | 48° 46' 37.4547" W | 27° 00' 07.0069" S | 720577.301 | 7011405.824 | 1420.00 | 10593.69 |
| V8 | 48° 47' 16.6393" W | 27° 00' 36.9338" S | 719480.764 | 7010503.666 | 2164.00 | 12013.69 |
| V9 | 48° 48' 04.7866" W | 27° 01' 32.4696" S | 718123.562 | 7008817.496 | 4500.00 | 14177.69 |
| V10 | 48° 50' 02.7680" W | 27° 03' 13.5305" S | 714817.883 | 7005763.192 | 1542.00 | 18677.69 |
| V11 | 48° 50' 21.6294" W | 27° 04' 00.6844" S | 714273.186 | 7004320.743 | 962.96 | 20219.69 |
| V12 | 48° 50' 15.0507" W | 27° 04' 31.4113" S | 714438.209 | 7003371.866 | 1397.00 | 21182.65 |
| V13 | 48° 50' 05.7453" W | 27° 05' 16.0430" S | 714670.955 | 7001993.703 | 1064.00 | 22579.65 |
| V14 | 48° 49' 57.6243" W | 27° 05' 49.8345" S | 714876.762 | 7000949.754 | 1284.00 | 23643.65 |
| V15 | 48° 49' 44.2579" W | 27° 06' 29.7985" S | 715223.729 | 6999713.312 | 1137.00 | 24927.65 |
| V16 | 48° 49' 24.6515" W | 27° 07' 02.3026" S | 715746.460 | 6998703.496 | 4066.00 | 26064.65 |
| V17 | 48° 48' 51.1719" W | 27° 09' 10.9776" S | 716599.637 | 6994726.843 | 1671.00 | 30130.65 |
| V18 | 48° 48' 42.6125" W | 27° 10' 04.7249" S | 716806.458 | 6993068.378 | 2010.00 | 31801.65 |
| V19 | 48° 48' 17.0212" W | 27° 11' 05.8757" S | 717478.045 | 6991173.814 | 2328.00 | 33811.65 |
| V20 | 48° 48' 34.4975" W | 27° 12' 19.8853" S | 716957.164 | 6988904.179 | 1161.00 | 36139.65 |
| V21 | 48° 48' 31.2617" W | 27° 12' 57.4852" S | 717025.966 | 6987745.277 | 767.68 | 37300.65 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1016-B |
| DIRETRIZES SELECIONADAS | Rev. 0 |
| | Folha 13 de 15 |

| Vértices | Coordenadas | | | | Distância (m) | |
|------------|--------------------|--------------------|------------|-------------|---------------|-------------|
| | Longitude | Latitude | Este | Sul | Parcial | Progressiva |
| V22 | 48° 48' 33.5506" W | 27° 13' 22.3423" S | 716949.591 | 6986981.262 | 969.98 | 38068.33 |
| V23 | 48° 48' 28.6078" W | 27° 13' 53.5444" S | 717068.782 | 6986018.460 | 4033.00 | 39038.31 |
| V24 | 48° 48' 13.9478" W | 27° 16' 03.9072" S | 717401.696 | 6981998.722 | 954.74 | 43071.31 |
| V25 | 48° 48' 38.7380" W | 27° 16' 25.6193" S | 716708.109 | 6981342.371 | 1308.00 | 44026.05 |
| V26 | 48° 48' 57.9312" W | 27° 17' 04.5109" S | 716159.289 | 6980154.496 | 5136.00 | 45334.05 |
| V27 | 48° 50' 32.8906" W | 27° 19' 28.2062" S | 713471.319 | 6975776.859 | 501.33 | 50470.05 |
| V28 | 48° 50' 49.4471" W | 27° 19' 35.0333" S | 713012.526 | 6975574.579 | 990.84 | 50971.38 |
| V29 | 48° 50' 51.6396" W | 27° 20' 07.1646" S | 712935.186 | 6974586.601 | 2357.00 | 51962.22 |
| V30 | 48° 50' 43.4581" W | 27° 21' 23.3863" S | 713119.540 | 6972236.565 | 7201.00 | 54319.22 |
| V31 | 48° 49' 24.1647" W | 27° 25' 06.3732" S | 715178.817 | 6965334.927 | 4527.00 | 61520.22 |
| V32 | 48° 47' 30.4919" W | 27° 26' 52.8555" S | 718243.031 | 6962002.185 | 4193.00 | 66047.22 |
| V33 | 48° 45' 08.0963" W | 27° 27' 42.0169" S | 722126.075 | 6960418.766 | 791.67 | 70240.22 |
| V34 | 48° 45' 00.0127" W | 27° 28' 06.7051" S | 722334.268 | 6959654.789 | 1507.00 | 71031.89 |
| V35 | 48° 44' 21.3295" W | 27° 28' 41.4567" S | 723376.908 | 6958565.757 | 635.81 | 72538.89 |
| V36 | 48° 43' 58.3722" W | 27° 28' 44.1814" S | 724005.660 | 6958470.386 | 157.58 | 73174.70 |
| V37 | 48° 43' 54.3276" W | 27° 28' 47.8140" S | 724114.659 | 6958356.537 | 122.56 | 73332.28 |
| V38 | 48° 43' 52.7659" W | 27° 28' 51.5442" S | 724155.435 | 6958240.929 | 144.97 | 73454.84 |
| SE BIGUAÇU | 48° 43' 53.5676" W | 27° 28' 56.1992" S | 724130.806 | 6958098.038 | - | 73599.81 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1016-B |
| DIRETRIZES SELECIONADAS | Rev. 0 |
| | Folha 14 de 15 |



LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 -
BIGUAÇU C1



LT-L-GERAL-RP-A4-1016-B

DIRETRIZES SELECIONADAS

Rev. 0

Folha 15 de 15

| | | | | | |
|-------------|-------------|------------------------|--------------|---------------|---------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 0 | 26/06/19 | Emissão Inicial | VRA | KCAR | RJC |
| <i>Rev.</i> | <i>Data</i> | <i>Descrição</i> | <i>Elab.</i> | <i>Verif.</i> | <i>Aprov.</i> |

| | | | | | |
|--|--------------------|--|--------------------------------|---------------------------------|-------------|
| <p>EKTT 11 Serviços de Transmissão de Energia Elétrica SPE S.A.</p>  | | <p><i>Nome da Obra</i></p> <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1</p> | | | |
|  | | <p><i>Título do Documento:</i></p> <p>PROJETO BÁSICO – LOTE 1 - LEILÃO ANEEL n° 04/2018 LINHAS DE TRANSMISSÃO</p> <p>SISTEMA DE ATERRAMENTO</p> | | | |
| <i>Elaborado</i> | VRA | 26/06/19 | <i>Classe.Proj.</i> | <i>Situação. Projeto Básico</i> | |
| <i>Verificado</i> | KCAR | 26/06/19 | | Elétrica | <i>Rev.</i> |
| <i>Aprovado</i> | RJC | 26/06/19 | | <i>Folha</i> | 1/9 |
| <i>Responsável</i> | CFS | 26/06/19 | <i>Nº Documento:</i> | | |
| <i>CREA Nº</i> | 200011958-9 | | LT-L-GERAL-RP-A4-1014-B | | |

| | | |
|---|---|---|
| 1 | OBJETIVO | 3 |
| 2 | RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO DO PROJETO | 3 |
| 3 | CAMPANHA DE MEDIÇÃO DE RESISTIVIDADE DO SOLO..... | 3 |
| 4 | CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE ATERRAMENTO | 4 |
| 5 | DETALHAMENTO DO SISTEMA DE ATERRAMENTO | 6 |
| 6 | MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO | 8 |
| 7 | REFERÊNCIAS..... | 9 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1014-B |
| SISTEMA DE ATERRAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 2 de 9 |

1 OBJETIVO

Definir o Sistema de Aterramento a ser utilizado nas estruturas das LTs 525 kV integrantes do Lote 01 do Edital de Leilão nº04/2018 da ANEEL. As linhas de transmissão 525 kV integrantes do Lote 01 são:

- a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul (CS) com 281,0 km⁽¹⁾;
- b) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 (CS) com 75,8 km⁽²⁾;
- c) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu (CS) com 72,2 km⁽²⁾;

(1) A linha de transmissão LT 525 kV Areia – Joinville Sul será construída com trecho em torres de circuito duplo, por 4 km, a partir da subestação Joinville Sul, com lançamento de apenas um circuito. O segundo circuito desse trecho, em circuito duplo, será implantado futuramente.

(2) As linhas de transmissão LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 e LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu serão construídas com trechos em torres de circuito duplo, cada uma, por 4 km, a partir da subestação Itajaí 2, com lançamento de apenas um circuito cada. Os segundos circuitos desses trechos, em circuito duplo, serão implantados futuramente.

2 RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO DO PROJETO

Conforme mostrado na referência (1), para que seja alcançado o desempenho a descargas atmosféricas especificado no Edital a resistência de aterramento das estruturas está sendo limitada a 20 Ω para as LTs 525 kV Areia – Joinville Sul – Itajaí – Biguaçu CS e 19 Ω para as LTs 525 kV Areia – Joinville Sul – Itajaí – Biguaçu CD.

Serão aceitas estruturas esparsas com resistências de aterramento superiores ao valor acima desde que no trecho situado em torno das estruturas em questão a média das resistências de aterramento atenda o limite especificado.

3 CAMPANHA DE MEDIÇÃO DE RESISTIVIDADE DO SOLO

Para que possam ser selecionados os tipos de fundações a serem instalados em cada estrutura, está prevista a realização de uma campanha de investigação dos solos (2) a ser empreendida tão logo tenha sido concluído o projeto de plotação inicial.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1014-B |
| SISTEMA DE ATERRAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 3 de 9 |

Simultaneamente com a investigação geotécnica acima mencionada deve ser realizada uma campanha de medição de resistividade dos solos da região atravessada pela linha de transmissão.

A resistividade do solo deve ser medida tão próximo quanto possível do marco central das estruturas usando preferencialmente instrumentos com cinco terminais, sendo dois de potencial, dois de corrente e um de guarda.

Deve ser medida a resistividade nos seguintes pontos:

- a) locais extremamente secos;
- b) locais com indícios de rocha a baixa profundidade;
- c) local de todas as torres das LTs.

Além dos valores medidos os relatórios devem fornecer as condições climatológicas na ocasião em que foram realizadas as medições de resistividade, indicar se o solo estava seco ou úmido, se havia chovido recentemente, se a época do ano correspondia à estação chuvosa ou seca etc.

4 CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE ATERRAMENTO

4.1 CONFIGURAÇÃO GEOMÉTRICA

Para reduzir a resistência ao valor especificado no item 2 acima está sendo proposto um sistema de aterramento constituído por quatro ramais de fio contrapeso conectados às cantoneiras de ancoragem dos pés das estruturas autoportantes e aos mastros e estais das estruturas estaiadas.

Os quatro ramais afastam-se das estruturas em formação radial até o limite da faixa de servidão, passando em seguida a correr paralelo aos limites da faixa.

Em locais de resistividade elevada e desde que a consistência do solo permita, os quatro ramais de fio contrapeso serão complementados por quatro hastes de aterramento. As hastes deverão ser enterradas a uma profundidade em torno de 3,0 m e conectadas às estruturas utilizando ramais curtos de fio contrapeso.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1014-B |
| SISTEMA DE ATERRAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 4 de 9 |

4.2 EFETIVIDADE DO CONTRAPESO E DAS HASTES DE ATERRAMENTO

O uso de contrapeso e de hastes de aterramento e sua efetividade na proteção de LTs contra surtos atmosféricos são temas que vêm sendo estudados há várias décadas, havendo um volume substancial de literatura sobre o assunto (3) (4) (5) (6).

São indicados a seguir alguns pontos do conhecimento acumulado sobre o uso de contrapeso e hastes de aterramento, relevantes para o projeto do sistema de aterramento a ser adotado:

- a) O contrapeso é efetivo na redução do número de descargas devidas a surtos atmosféricos, tanto instalado no sentido perpendicular aos condutores como no sentido paralelo. O contrapeso é marginalmente mais efetivo (5 a 10%) quando instalado paralelamente aos condutores.
- b) Contrapesos muito longos são menos efetivos do que o mesmo comprimento subdividido em vários ramais menores adequadamente afastados entre si.
- c) A eficácia do contrapeso depende do comprimento dos ramais instalados; contudo, a partir de comprimentos da ordem de 120 metros as melhoras no desempenho passam a ser pouco significativas.
- d) Ramais excessivamente curtos não devem ser usados pois causam reflexões da onda do surto, prejudicando o desempenho do sistema de aterramento. Respeitados os limites da faixa de servidão o espaçamento entre ramais deve ser o maior possível.
- e) O material e bitola do contrapeso têm pouca influência na sua eficácia como redutor da resistência de aterramento das estruturas, devendo ser selecionados visando a durabilidade, facilidade de manuseio e instalação e sua resistência à corrosão, assim como sua capacidade de transportar a parcela das correntes de curto-circuito que descem pelas estruturas e escoam para o solo.
- f) A profundidade de enterramento do contrapeso tem pouca influência sobre seu desempenho e deve ser escolhida visando protegê-lo contra atos de vandalismo.
- g) Hastes de aterramento enterradas verticalmente também são efetivas na redução do número de descargas devidas a surtos atmosféricos. A forma mais comum de haste é a barra redonda de aço zincado a quente ou revestida de cobre (copperweld), usualmente com diâmetro de 16 mm e 2 a 3 m de comprimento, extensível por meio do acoplamento de duas ou mais barras. Cantoneiras de aço zincado a quente também são usadas, com comprimento entre 2 e 3 m, não extensível.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1014-B |
| SISTEMA DE ATERRAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 5 de 9 |

- h) O desempenho das hastes depende principalmente de seu comprimento enterrado, porém essa relação não é linear, havendo melhoras apenas marginais a partir de comprimentos enterrados elevados. Na maior parte dos solos uma profundidade enterrada em torno de 3,0m tem-se mostrado satisfatória.
- i) O desempenho do sistema de aterramento pode ser melhorado conectando-se várias hastes em paralelo.
- j) Se a distância entre as hastes for suficientemente grande quando comparada com o comprimento individual de cada haste, a resistência tenderá a ser reduzida na mesma proporção do número de hastes. Caso contrário haverá interferência entre os campos elétricos das várias hastes e a consequente redução de sua eficácia.

5 DETALHAMENTO DO SISTEMA DE ATERRAMENTO

5.1 ESPECIFICAÇÃO DO CONTRAPESO E CONECTORES ASSOCIADOS

Será utilizado como contrapeso cabo de aço zincado por imersão a quente (classe B) 3/8" SM, com 9,144 mm de diâmetro.

São indicadas a seguir as principais características do contrapeso selecionado:

Características Gerais do Cabo Contrapeso

| | |
|--|-----------------------|
| Tipo | Aço Zincado, 3/8", SM |
| Diâmetro do cabo | 9,144 mm |
| Diâmetro dos fios individuais | 3,05 mm |
| Seção transversal do cabo | 51,08 mm ² |
| Número de fios | 7 |
| Massa unitária | 0,407 kg/m |
| Carga de ruptura mínima | 3.151 kgf |
| Alongamento mínimo em 610 mm | 8% |
| Classe da zincagem | B |
| Peso mínimo da camada de zinco | 520 g/m ² |
| Sentido do encordoamento da camada externa | A esquerda |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1014-B |
| SISTEMA DE ATERRAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 6 de 9 |

Os ramais de contrapeso serão solidamente ligados às cantoneiras de ancoragem das pernas das estruturas autoportantes e aos mastros das estruturas estaiadas, por meio de conectores aparafusados de aço, zincados por imersão a quente.

Nas estruturas estaiadas os ramais de contrapeso serão estendidos até os estais e conectados aos mesmos por meio de grampos paralelos de aço, zincados por imersão a quente.

Os ramais serão enterrados em valetas de 80 centímetros de profundidade, com os comprimentos correspondentes à fase de aterramento selecionada para a estrutura. Se necessário, serão acrescentados comprimentos adicionais de cabo contrapeso, utilizando-se grampos paralelos aparafusados, fabricados em aço e zincados por imersão a quente.

5.2 ESPECIFICAÇÃO DAS HASTES DE ATERRAMENTO E CONECTORES ASSOCIADOS

Serão utilizadas hastes de aterramento formadas por cantoneiras com abas iguais de 40 mm, espessura de 5 mm e 2400 mm de comprimento. As cantoneiras serão fabricadas em aço estrutural ASTM A36 e zincadas por imersão a quente. Uma das extremidades da haste deverá ser chanfrada para facilitar o cravamento no solo.

As hastes de aterramento serão conectadas ao cabo contrapeso por meio de conectores aparafusados de aço, zincados por imersão a quente.

5.3 ARRANJO FÍSICO DO SISTEMA DE ATERRAMENTO

O sistema de aterramento será formado por quatro ramais de fio contrapeso ligados às estruturas e aos estais e por quatro hastes de aterramento a serem cravadas no fundo das cavas das fundações das estruturas autoportantes (ou das fundações dos estais) e conectadas às estruturas (ou aos estais) utilizando ramais curtos de cabo contrapeso.

Os quatro ramais devem se afastar dos pontos de fixação às estruturas em direções radialmente opostas, formando ângulos de 45° com o eixo das linhas de transmissão (torres autoportantes) ou orientados na direção das fundações dos estais (torres estaiadas).

Ao atingir pontos situados a 0,5 metro do limite da faixa de servidão os ramais devem passar a se deslocar paralelamente à faixa, em sentidos opostos, até terem sido instalados comprimentos de contrapeso por ramal correspondentes à fase de aterramento selecionada para a estrutura em questão.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1014-B |
| SISTEMA DE ATERRAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 7 de 9 |

5.4 DEFINIÇÃO DAS FASES DO SISTEMA DE ATERRAMENTO

O sistema de aterramento proposto compreende quatro fases normais e uma especial, como indicado a seguir:

| Fase | Configuração |
|-----------------|---|
| I | Quatro ramais com 25 metros de contrapeso por ramal. |
| II | Quatro ramais com 50 metros de contrapeso por ramal. |
| III | Quatro ramais com 75 metros de contrapeso por ramal. |
| IV | Quatro ramais com 100 metros de contrapeso por ramal. |
| V (especial) | Fase especial para trechos com resistividade extremamente elevada consistindo na instalação de ramais de contrapeso associados a hastes de aterramento, em configuração a ser definida pelo projetista das LTs. |

A fase inicial do sistema de aterramento a ser instalada em cada estrutura será definida no decorrer do projeto executivo das LTs, em função dos valores medidos da resistividade, conforme campanha de investigação dos solos descrita no item 3.

Tendo em vista que as resistividades do solo medidas serão valores aproximados e que a fase de aterramento a ser indicada nas listas de construção será escolhida utilizando uma correlação também aproximada, é provável que, em algumas estruturas, a fase de aterramento selecionada não seja suficiente para reduzir a resistência de aterramento aos valores de projeto. Nesses casos, o comprimento inicialmente instalado de contrapeso deverá ser ampliado e/ou instaladas hastes de aterramento adicionais, conforme procedimento detalhado no item 6 a seguir.

6 MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO

Após a concretagem e cura das fundações e pelo menos três dias após a instalação da fase de aterramento especificada no projeto executivo, deve ser medida a resistência de aterramento da estrutura em dia de tempo bom e com solo seco.

Se na ocasião em que for medida a resistência de aterramento a estrutura ainda não estiver montada, as cantoneiras de ancoragem devem ser eletricamente interligadas com um pedaço de fio contrapeso.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1014-B |
| SISTEMA DE ATERRAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 8 de 9 |

As medições da resistência de aterramento das estruturas devem ser realizadas antes da instalação dos cabos para-raios ou, se já instalados, com os mesmos isolados das estruturas.

Caso a resistência medida seja superior ao valor de projeto (ver item 2) a fiscalização deve ser consultada sobre como proceder, podendo ser adotada uma das seguintes medidas:



- a) estender os ramais de fio contrapeso até o comprimento da fase imediatamente acima daquela inicialmente instalada e repetir a medição, e assim sucessivamente até atingir a resistência de projeto ou a Fase V do Sistema de Aterramento;
- b) deixar a estrutura com a resistência de aterramento correspondente à fase instalada se a média das resistências das estruturas do trecho for inferior à resistência de projeto;
- c) solicitar ao projetista das LTs o detalhamento de fase de aterramento especial para a estrutura ou trecho em questão.

7 REFERÊNCIAS

- 1 Projeto Básico, COORDENAÇÃO DO ISOLAMENTO, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1008-B.
- 2 Projeto Básico, FUNDAÇÕES TÍPICAS, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1013-B.
- 3 The counterpoise – L. V. Bewley.
- 4 The protection of transmission lines against lightning – W. W. Lewis.
- 5 Electrical transmission and distribution reference book – Westinghouse Electric Corporation.
- 6 Earth conductor effects in transmission systems – E. O. Sunde.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1014-B |
| SISTEMA DE ATERRAMENTO | Rev. 0 |
| | Folha 9 de 9 |

| Rev. | Data | Descrição | Elab. | Verif. | Aprov. |
|------|----------|---------------------------|-------|--------|--------|
| 1 | 18/07/19 | Aprovado | VRA | KCAR | RJC |
| 1A | 05/07/19 | Ajuste no item 4.3 | VRA | KCAR | RJC |
| 0 | 26/06/19 | Emissão Inicial | VRA | KCAR | RJC |

| | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|
| <p>EKTT 11 Serviços de Transmissão de Energia Elétrica SPE S.A.</p>  | | <p>Nome da Obra</p> <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> <p>Título do Documento:</p> <p>PROJETO BÁSICO – LOTE 1 - LEILÃO ANEEL nº 04/2018 LINHAS DE TRANSMISSÃO</p> <p>ISOLADORES E FERRAGENS</p> | | | |
|  | | <p>Elaborado VRA 26/06/19</p> <p>Verificado KCAR 26/06/19</p> <p>Aprovado RJC 26/06/19</p> <p>Responsável CFS 26/06/19</p> <p>CREA Nº 200011958-9</p> | | <p>Classe.Proj. Elétrica</p> <p>Situação. Projeto Básico</p> <p>Rev. 1 Folha 1/37</p> <p>Nº Documento: LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B</p> | |

| | | |
|----|---|----|
| 1 | OBJETIVO | 3 |
| 2 | NORMAS TÉCNICAS | 4 |
| 3 | CONDUTOR E CABOS PARA-RAIOS | 4 |
| 4 | ISOLADORES PERFIL PADRÃO | 6 |
| 5 | FERRAGENS DOS CABOS CONDUTOR E PARA-RAIOS (EXCETO OPGW) | 9 |
| 6 | FERRAGENS DO CABO OPGW | 14 |
| 7 | ENSAIOS DE TIPO PARA FERRAGENS | 16 |
| 8 | ENSAIOS DE ROTINA PARA FERRAGENS | 19 |
| 9 | ENSAIOS DE ACEITAÇÃO PARA FERRAGENS | 21 |
| 10 | REFERÊNCIAS | 22 |
| 11 | ANEXOS | 23 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 2 de 37 |

1 OBJETIVO

Definir as características principais dos seguintes componentes das LTs 525 kV integrantes do Lote 01 do Edital de Leilão nº04/2018 da ANEEL.

- a) Cadeias de isoladores e ferragens para suspensão e ancoragem dos condutores.
- b) Cadeias de ferragens para suspensão e ancoragem dos cabos para-raios CAA e 3/8" EAR.
- c) Cadeias de ferragens para suspensão e ancoragem dos cabos para-raios OPGW.
- d) Acessórios para o condutor: espaçadores, amortecedores, emendas e reparos.
- e) Acessórios para os cabos para-raios convencionais: amortecedores, emendas, reparos (cabos CAA), cordoalhas para aterramento e esferas de sinalização.
- f) Acessórios para os cabos para-raios OPGW: amortecedores de vibração, caixas de emenda, cordoalhas para aterramento, conectores de fixação à estrutura e esferas de sinalização.
- g) Acessórios para o cabo contrapeso: conectores para emenda e para fixação às cantoneiras de ancoragem, aos mastros, às hastes de aterramento e aos estais.

As linhas de transmissão 525 kV integrantes do Lote 01 são:

- a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul (CS) com 281,0 km(1);
 - b) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 (CS) com 75,8 km(2);
 - c) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu (CS) com 72,2 km(2);
- (1) A linha de transmissão LT 525 kV Areia – Joinville Sul será construída com trecho em torres de circuito duplo, por 4 km, a partir da subestação Joinville Sul, com lançamento de apenas um circuito. O segundo circuito desse trecho, em circuito duplo, será implantado futuramente.
- (2) As linhas de transmissão LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 e LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu serão construídas com trechos em torres de circuito duplo, cada uma, por 4 km, a partir da subestação Itajaí 2, com lançamento de apenas um circuito cada. Os segundos circuitos desses trechos, em circuito duplo, serão implantados futuramente.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 3 de 37 |

2 NORMAS TÉCNICAS

As principais normas técnicas aplicáveis à matéria prima, projeto, fabricação, ensaios e inspeção dos isoladores e ferragens constam da referência (1).

3 CONDUTOR E CABOS PARA-RAIOS

3.1 CONDUTOR

| Característica | Unid. | |
|-----------------------|-----------------|---------------|
| Tipo | - | CAL liga 1120 |
| Bitola | kcmil | 1010 |
| Formação | fios | 61 |
| Quantidade por fase | - | 4 |
| Área do cabo | mm ² | 509,16 |
| Peso unitário | kgf/m | 1,405 |
| Diâmetro | mm | 29,34 |
| Carga de ruptura (GA) | kgf | 11.217,83 |

3.2 CONFIGURAÇÃO DAS FASES

3.2.1 CONFIGURAÇÃO DO FEIXE DE CONDUTORES

Nas LTs em projeto, cada fase é formada por 4 condutores (CAL liga 1120 – 1010 kcmil) dispostos em um quadrado de lado igual a 457 mm.

3.2.2 DISPOSIÇÃO DAS FASES

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu CS

As LTs utilizam estruturas em circuito simples com disposição triangular das fases e dois cabos para-raios.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 4 de 37 |

b) LT 525 kV Areia – Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu CD

As LTs utilizam estruturas em circuito duplo tipo “danúbio” com disposição triangular das fases e dois cabos para-raios nas torres de suspensão e de ancoragem meio de linha, e circuito duplo com disposição vertical das fases e dois cabos para-raios na torre de ancoragem terminal.

3.3 PARA-RAIOS CONVENCIONAIS

| Característica | Unid. | Junto às SEs | Restante da LT |
|---------------------------------------|------------------------|--------------|-----------------|
| Tipo | - | CAA DOTTEREL | Aço Zincado EAR |
| Bitola | - | 176,9 kcmil | 3/8” |
| Formação | - | 12/7 | 7 fios |
| Galvanização fios de aço | - | Classe A | Classe A |
| Área do cabo | mm ² | 141,94 | 51,08 |
| Peso unitário | kgf/m | 0,657 | 0,407 |
| Diâmetro | mm | 15,42 | 9,144 |
| Módulo de elasticidade final | kgf/mm ² | 10.532 | 18.500 |
| Coeficiente de dilatação linear final | x 10 ⁻⁶ /°C | 15,3 | 11,5 |
| Carga de ruptura (GA) | kgf | 7.834 | 6.985 |

3.4 PARA-RAIOS OPGW

| Característica | Junto às SEs | Restante da LT |
|---|---------------|----------------|
| Tipo | OPGW1 | OPGW2 |
| Forma construtiva | Loose | Loose |
| Elemento de proteção do núcleo óptico | Tubo metálico | Tubo metálico |
| Diâmetro máximo do cabo completo (mm) | 14,4 | 13,4 |
| Peso unitário máximo do cabo completo (kg/m) | 0,700 | 0,682 |
| Capacidade mínima de corrente de curto-circuito (Ti = 50°C; Tf = 180°C) (kA ² .s) | 81 | 30 |

As informações desta tabela serão confirmadas no decorrer do projeto executivo quando da aquisição dos cabos OPGW. Para aquisição destes cabos deverão ser respeitados os requisitos apresentados no item 8.3 da referência (2)

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 5 de 37 |

4 ISOLADORES PERFIL PADRÃO

4.1 TIPOS DE ISOLADORES

| Característica | Isolador | | |
|-------------------------|-----------------|--------------|--------------|
| Carga de ruptura | 120 kN | 210 kN | 240 kN |
| Engate concha-bola | ANSI C29-2/52-5 | IEC 60120-20 | IEC 60120-24 |
| Diâmetro do disco | 254 mm | 280 mm | 280 mm |
| Passo | 146 mm | 170 mm | 170 mm |
| Distância de escoamento | 320 mm | 380 mm | 380 mm |

4.2 QUANTIDADE POR CADEIA

| Cadeia | Código | Isolador | Quantidade |
|---|---------|----------|------------|
| Cadeia de Suspensão Leve em I (CS e CD) | IS-21 | 210 kN | 22 |
| Cadeia de Suspensão Pesada em I (CS e CD) | IS-24 | 240 kN | 22 |
| Cadeia de Suspensão Leve em V (CS) | V110-21 | 210 kN | 2 x 22 |
| Cadeia de Suspensão Pesada em V (CS) | V110-24 | 240 kN | 2 x 22 |
| Cadeia de Suspensão Leve em V (CD) | V90-21 | 210 kN | 2 x 22 |
| Cadeia de Suspensão Pesada em V (CD) | V100-24 | 240 kN | 2 x 22 |
| Cadeia de Passagem em I (CS e CD) | IP-12 | 120 kN | 26 |
| Cadeia de Passagem em V (CD) | VP90-12 | 120 kN | 2 x 26 |
| Ancoragem Dupla | AD-24 | 240 kN | 2 x 23 |

4.3 APLICAÇÃO DAS CADEIAS

a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu CS

| Estrutura | Cadeias | | | |
|----------------------------------|---------|-----------|-------------|---|
| | | I | V | A |
| Suspensão | | | | |
| Estaiada Suspensão Leve | N5SEL | 2 x IS-21 | 1 x V110-21 | - |
| Autoportante de Suspensão Leve | N5SSL | 2 x IS-21 | 1 x V110-21 | - |
| Autoportante de Suspensão Pesada | N5SSP | 2 x IS-24 | 1 x V110-24 | - |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 6 de 37 |

| Estrutura | | Cadeias | | |
|---|-------|-----------|-------------|-----------|
| Suspensão | | I | V | A |
| Autoportante de Suspensão para Transposição | N5SST | 2 x IS-24 | 1 x V110-24 | - |
| Ancoragem | | I | | A |
| Ancoragem em ângulo até 30° | N5SAA | 3 x IP-12 | - | 6 x AD-24 |
| Ancoragem em ângulo até 55° e terminal 20° | N5SAT | 3 x IP-12 | - | 6 x AD-24 |

b) LT 525 kV Areia – Joinville Sul – Itajaí 2 – Biguaçu CD

| Estrutura | | Cadeias | | |
|--|-------|-----------|-------------|------------|
| Suspensão | | I | V | A |
| Estaiada Suspensão Leve | N5DEL | 4 x IS-21 | 2 x V90-21 | - |
| Autoportante de Suspensão Leve | N5DSL | 4 x IS-21 | 2 x V90-21 | - |
| Autoportante de Suspensão Pesada | N5DSP | 4 x IS-24 | 2 x V100-24 | - |
| Ancoragem | | I | V | A |
| Ancoragem em ângulo até 24° | N5DAA | 4 x IP-12 | 2 x VP90-12 | 12 x AD-24 |
| Ancoragem em ângulo até 43° e terminal 20° | N5DAT | 6 x IP-12 | - | 12 x AD-24 |

4.4 MATERIAIS

- Dielétrico – vidro temperado ou porcelana obtida por via úmida.
- Campânulas – ferro fundido maleável ou nodular, zincado por imersão a quente.
- Pinos – aço forjado, zincado por imersão a quente.
- Cupilhas - aço inoxidável AISI 301, 302 ou 304.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 7 de 37 |

4.5 ENSAIOS DE TIPO

Os isoladores, individualmente, devem ser submetidos aos seguintes ensaios de acordo com as normas técnicas aplicáveis:

- a) Tensão disruptiva à frequência industrial, a seco e sob chuva.
- b) Tensão crítica de descarga sob impulso atmosférico, positiva e negativa.
- c) Tensão de rádio interferência.
- d) Carga mantida de 24 horas.
- e) Resistência ao impacto.
- f) Resistência residual.
- g) Desempenho termo-mecânico.
- h) Verificação dimensional.

As cadeias completas de isoladores e ferragens devem ser submetidas aos ensaios de RIV/Corona e Arco de Potência especificados nos itens 7.1 e 7.2 deste relatório.

4.6 ENSAIOS DE ROTINA

Todos os isoladores, individualmente, devem ser submetidos aos seguintes ensaios de rotina de acordo com as normas técnicas aplicáveis:

- a) Inspeção visual.
- b) Ensaio mecânico de rotina.
- c) Ensaio elétrico de rotina (somente para isoladores de porcelana).
- d) Choque térmico (somente para peças de vidro temperado, antes da montagem).

4.7 ENSAIOS DE ACEITAÇÃO

Os isoladores e as cupilhas devem ser submetidos aos ensaios de aceitação relacionados a seguir, por amostragem, de acordo com as normas técnicas aplicáveis.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 8 de 37 |

4.7.1 ENSAIOS DE ACEITAÇÃO DOS ISOLADORES

- a) Verificação dimensional.
- b) Verificação dos deslocamentos axial e radial.
- c) Ciclo de temperatura (somente para isoladores de porcelana).
- d) Carga de ruptura eletromecânica (somente para isoladores de porcelana).
- e) Carga de ruptura mecânica (somente para isoladores de vidro temperado).
- f) Choque térmico (somente para isoladores de vidro temperado).
- g) Perfuração sob impulso.
- h) Porosidade (somente para isoladores de porcelana).
- i) Zincagem (peso e uniformidade da camada de zinco).

4.7.2 ENSAIOS DE ACEITAÇÃO DAS CUPILHAS

- a) Inspeção visual
- b) Verificação dimensional.
- c) Resistência ao dobramento.
- d) Dureza.
- e) Operação.

5 FERRAGENS DOS CABOS CONDUTOR E PARA-RAIOS (EXCETO OPGW)

5.1 CADEIAS DE SUSPENSÃO E ANCORAGEM

Todos os componentes das cadeias de fixação do condutor e dos cabos para-raios, exceto grampos de suspensão e ancoragem, devem ser fabricados em aço forjado ou, alternativamente, em ferro fundido maleável ou nodular, e zincados por imersão a quente.

As cupilhas das conexões tipo concha-bola e os contrapinos utilizados nos pinos e parafusos devem ser de aço inoxidável AISI 301, 302 ou 304.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 9 de 37 |

Os grampos de suspensão dos condutores CAL 1120 e dos cabos para-raios CAA devem ser constituídos por berço e calha fabricados em liga de alumínio. O grampo de suspensão para o cabo 3/8" EAR poderá ser fabricado em liga de alumínio ou aço forjado.

As cadeias de suspensão em "I" e em "V" do condutor do cabo CAL 1120 poderão utilizar ou não armaduras de vergalhões preformados, dependendo de projeto específico (ex.: grampo AGS). Caso sejam utilizadas, os vergalhões para armaduras preformadas utilizados nas cadeias dos cabos CAL 1120 deverão ser fabricados em liga de alumínio com hélice à direita. As cadeias de passagem não utilizam armaduras pré-formadas.

Os conjuntos de suspensão dos cabos para-raios 3/8" EAR e CAA devem utilizar armaduras de vergalhões pré-formados. As armaduras utilizadas nos cabos 3/8" EAR devem ser fabricadas em aço zincado a quente, classe A, com hélice à esquerda. Nos cabos CAA as armaduras deverão ser em liga de alumínio com hélice a direita.

Os grampos de ancoragem do condutor e cabos para-raios devem ser do tipo a compressão.

Todas as ferragens com engates tipo concha-bola devem ser compatíveis com os correspondentes isoladores e cadeias especificados no item 4.

As cadeias de suspensão e ancoragem do condutor devem ser projetadas de modo a permitir o uso de ferramentas para manutenção em linha viva.

Os componentes das cadeias do condutor situados no lado energizado devem ser projetados de modo a:

- a) reduzir ao mínimo o efeito corona;
- b) suportar, sem perda de suas características elétricas e mecânicas, as temperaturas de longa e curta duração previstas para o condutor (2).

As cadeias de suspensão e ancoragem do condutor devem ser submetidas aos ensaios de RIV/Corona e Arco de Potência descritos nos itens 7.1 e 7.2 deste relatório.

As cadeias de suspensão "I" (obrigatoriamente) e em "V" devem atender o desempenho especificado nos itens 7.1 e 7.2, preferencialmente, sem utilizar anéis. Os anéis, caso utilizados, devem ter formato e fixação aos balancins que permitam sua colocação e retirada utilizando ferramentas de manutenção em linha viva.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 10 de 37 |

As cadeias de ancoragem devem ser providas de anéis anticorona no lado energizado para permitir uma melhor distribuição do campo elétrico. O formato dos anéis e sua fixação aos balancins devem permitir sua colocação e retirada utilizando ferramentas de manutenção em linha viva.

São indicadas a seguir as cargas mínimas de ruptura dos componentes das cadeias de fixação do condutor e dos conjuntos dos cabos para-raios:

| Componente | Carga de Ruptura |
|---|---|
| Cadeias de suspensão e ancoragem dos cabos para-raios | 120 kN |
| Cadeias de suspensão IS-21, V110-21 e V90-21 | 210 kN |
| Cadeias de suspensão IS-24, V110-24 e V100-24 | 240 kN |
| Cadeias de passagem IP-12 e VP90-12 | 120 kN |
| Cadeia de ancoragem dupla AD-24: | |
| - peças em linha com uma penca de isoladores | 240 kN |
| - peças em linha com um dos condutores do feixe | 240 kN |
| - peças suportando as duas pencas de isoladores ou os quatro condutores | 480 kN |
| Grampos de ancoragem do condutor e para-raios | A carga de ruptura (e/ou a carga de escorregamento) deve ser, no mínimo, 95% da carga de ruptura do cabo ao qual se destinam. |
| Grampos de suspensão do condutor e para-raios | A carga de ruptura deve ser, no mínimo, 60% da carga de ruptura do cabo ao qual se destinam. |

Os grampos de suspensão, com os parafusos de fixação da calha apertados com o torque recomendado pelo fabricante, devem ter uma resistência ao escorregamento igual a, no mínimo, 25% da carga de ruptura do cabo ao qual se destinam.

Os grampos de suspensão devem ser projetados de modo que o ângulo de saída dos cabos, em ambos os lados, seja $\geq 15^\circ$.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 11 de 37 |

As características dimensionais básicas das cadeias de suspensão e ancoragem do condutor e dos conjuntos dos cabos para-raios são apresentadas nos desenhos constantes dos Anexos 1 e 2.

5.2 EMENDAS

As emendas do condutor e cabos para-raios podem ser do tipo a compressão ou constituídas por varetas pré-formadas externas e de enchimento (caso necessário) em liga de alumínio, com hélice à direita (cabos CAA e CAL 1120) e varetas pré-formadas em aço zincado a quente, com hélice à esquerda (alma de aço dos cabos CAA e cabo 3/8" EAR).

As emendas devem ter uma resistência, tanto a ruptura como ao escorregamento, igual a, no mínimo, 95% da carga de ruptura do cabo ao qual se destinam.

5.3 ESPAÇADORES

Os espaçadores devem ser apropriados para feixe formado por:

- a) 4 condutores dispostos nos vértices de quadrado com 457 mm de lado

Podem ser propostos espaçadores-amortecedores para as LTs ou espaçadores, estes últimos sempre complementados por amortecedores tipo Stockbridge, instalados nos condutores nas extremidades dos vãos.

Nas torres de ancoragem os condutores de passagem utilizam espaçadores rígidos próprios para o feixe.

O sistema de grampeamento deve ser projetado de forma a garantir que a tampa não deslize quando for apertada e que o torque dado na instalação será mantido ao longo de toda a vida útil das LTs, mesmo após a deformação plástica do condutor decorrente de ciclos térmicos, envelhecimento, etc. Com esse objetivo o sistema de grampeamento deve incluir um mecanismo de armazenamento de energia que compense a deformação plástica dos fios de alumínio.

Os espaçadores devem permitir sua instalação ou retirada utilizando ferramentas de manutenção em linha viva, sem a completa separação de seus componentes. Deve ser possível retirar e reinstalar os grampos sem danificar os parafusos de fixação ou os condutores.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 12 de 37 |

5.4 AMORTECEDORES DE VIBRAÇÃO

Caso o fornecedor constate a necessidade de utilização de amortecedores nos feixes de condutores, é prevista a utilização de amortecedores tipo Stockbridge nos condutores. Para os cabos para-raios das LTs é sempre prevista a utilização de amortecedores tipo Stockbridge ou amortecedores de impacto espiralados.

Podem ser propostos amortecedores de impacto espiralados tipo SVD ("spiral vibration damper") para os cabo para-raios, desde que o Fornecedor disponha de relatórios certificados de ensaios comprovando, a critério da CONTRATANTE, a capacidade de amortecimento dos mesmos quando instalados no cabo citado e para os vão projetados para as LTs.

Os amortecedores Stockbridge ou SVD deverão efetivamente amortecer as vibrações eólicas mantendo inalteradas suas características de amortecimento ao longo da vida útil das LTs.

Caso sejam utilizados amortecedores nos condutores, os mesmos deverão permitir sua instalação ou retirada, utilizando ferramentas de manutenção em linha viva, sem a completa separação de seus componentes.

Quando os amortecedores tipo Stockbridge adotarem elastômeros ou borrachas nos grampos de fixação aos cabos, esses componentes devem ser devidamente fixados (com colas especiais ou outras tecnologias). O uso de elastômeros ou borrachas nos grampos de fixação não pode alterar o desempenho dos amortecedores na absorção da energia de vibração induzida nos cabos, além de possuírem resistência às intempéries, ozona e ultravioleta.

5.5 ESFERAS DE SINALIZAÇÃO

As esferas a serem instaladas nos cabos para-raios devem ter 60 cm de diâmetro, espessura não inferior a 2,5 mm e atender os requisitos da norma NBR 15237 no que se refere aos materiais utilizados e ao detalhamento do projeto. Devem ser fabricadas na cor laranja internacional (Munsell 2.5 YR 6/14).

As esferas devem ser projetadas para instalação nos cabos para-raios de tal forma que não se movimentem ao longo do cabo durante a vida útil das LTs.

5.6 REPAROS

Os reparos utilizados nos condutores CAL 1120 e nos cabos para-raios CAA devem ser constituídos por varetas pré-formadas em liga de alumínio, com hélice à direita.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 13 de 37 |

O conjunto de varetas aplicáveis ao condutor deve ser projetado com pontas chanfradas de modo a reduzir o efeito corona.

5.7 FERRAGENS PARA ATERRAMENTO DOS CABOS PARA-RAIOS

Os cabos para-raios devem ser solidamente aterrados em todas as estruturas utilizando cordoalha de cobre estanhado fixada aos grampos de suspensão ou ancoragem dos cabos e à estrutura.

O comprimento da cordoalha e as dimensões de seus terminais devem ser definidos em função da configuração definitiva dos conjuntos de suspensão e ancoragem dos cabos para-raios.

5.8 FERRAGENS PARA ATERRAMENTO DAS ESTRUTURAS

Devem ser utilizados conectores de aço zincado por imersão a quente para fixar o cabo contrapeso à cantoneira de ancoragem das estruturas, aos montantes dos mastros, aos estais e às hastes de aterramento. Para emendar o cabo contrapeso, devem ser utilizados grampos paralelos de aço zincado por imersão a quente (4).

5.9 FERRAGENS PARA FIXAÇÃO DE ESTAIS

Os conjuntos de ferragens de aço zincado a quente para fixação dos cabos de estais das estruturas N5SEL (conjunto superior) e às ferragens das fundações (conjunto inferior) devem permitir o ajuste de tensão nos cabos nas operações de tensionamento e nas eventuais operações de retensionamento.

6 FERRAGENS DO CABO OPGW

6.1 CONJUNTOS DE SUSPENSÃO E ANCORAGEM

As ferragens que entram em contato com o cabo OPGW devem ser adequadas para esse tipo de cabo, não sendo permitido o uso de ferragens convencionais para cabo de aço zincado.

Os grampos de suspensão devem ser do tipo “armor grip suspension” (AGS) e os grampos de ancoragem do tipo “armor grip” passante, conforme mostrado nos desenhos constantes do Anexo 2.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 14 de 37 |

6.2 CAIXAS DE EMENDA E FERRAGENS DE FIXAÇÃO

As emendas ópticas devem ser dispostas dentro de caixas apropriadas, de modo a garantir que não serão submetidas a qualquer esforço mecânico.

As caixas de emenda devem ser de aço zincado a quente, aço inoxidável ou alumínio, adequadas para instalação ao tempo, a prova de tiro e tratadas contra corrosão. Devem ser hermeticamente fechadas e travadas, de modo a não permitir a penetração de umidade, nem tampouco o acesso por pessoas não autorizadas.

As caixas de emenda devem ser fixadas nas estruturas das linhas de transmissão e nos pórticos das subestações terminais.

Os comprimentos de cabo OPGW situados entre os grampos de ancoragem e as caixas de emenda devem ser fixados às torres por meio de grampos-guia apropriados, espaçados cerca de 2,0 metros entre si.

A sobra dos cabos OPGW junto às caixas de emenda também deve ser fixada às estruturas, após ter sido enrolada com raio de curvatura suficientemente grande para não danificar o cabo.

6.3 CONJUNTO PARA ATERRAMENTO

O conjunto para aterramento do cabo OPGW em todas as estruturas deve ser constituído por um cabo de alumínio 4/0 com 2 terminais prensados de alumínio e um parafuso de 5/8" de aço zincado a quente, com respectiva porca e arruelas lisa e de pressão, para fixação do cabo de aterramento à estrutura.

O comprimento do cabo de alumínio deverá ser definido em função do projeto definitivo dos conjuntos de suspensão e ancoragem do cabo OPGW.

6.4 AMORTECEDORES DE VIBRAÇÃO

Deverão ser utilizados amortecedores de vibração tipo Stockbridge, próprios para uso sobre cabo OPGW.

Poderão ser propostos outros tipos de amortecedores, próprios para uso sobre cabos OPGW, desde que o Fornecedor disponha de relatórios certificados de ensaios comprovando sua capacidade de amortecimento.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 15 de 37 |

Os amortecedores deverão efetivamente amortecer as vibrações eólicas, mantendo inalteradas suas características de amortecimento ao longo da vida útil das LTs. Essa capacidade de amortecimento deverá ser comprovada através dos ensaios de tipo relacionados no item 7 deste relatório.

A fixação dos amortecedores aos cabos OPGW deverá ter uma área de contacto suficientemente grande, de modo a não afetar a eficiência mecânica, elétrica e óptica dos cabos. Os grampos de fixação dos amortecedores deverão ser de liga de alumínio.

6.5 DISPOSITIVOS DE SINALIZAÇÃO AÉREA

Os dispositivos a serem instalados nos cabos OPGW deverão ser esféricos, com 60 cm de diâmetro e espessura não inferior a 2,5 mm. Deverão atender os requisitos da norma NBR 15237 no que se refere aos materiais utilizados e ao detalhamento do projeto.

6.6 MATERIAIS E DIMENSÕES

As dimensões e materiais dos componentes que entram em contato direto com o cabo OPGW, assim como as cargas de ruptura dos conjuntos de suspensão e ancoragem e as cargas de escorregamento dos grampos de suspensão e ancoragem, serão definidas em função da configuração do cabo OPGW que vier a ser efetivamente utilizado nas LTs e de sua correspondente carga de ruptura garantida.

7 ENSAIOS DE TIPO PARA FERRAGENS

7.1 ENSAIO DE RIV E CORONA

As cadeias de suspensão e ancoragem do condutor devem ser submetidas a ensaios de RIV e Corona conforme indicado a seguir. Devem também ser submetidos a esses ensaios os acessórios do condutor, ou seja, espaçadores, emendas e reparos pré-formados.

As cadeias devem ser montadas no laboratório em estruturas que reproduzam a configuração das torres utilizadas na linha de transmissão de modo a simular as condições reais de operação e os correspondentes gradientes elétricos nos condutores.

As cadeias de suspensão e ancoragem, os espaçadores, os amortecedores, as emendas e os reparos pré-formados não deverão apresentar corona visível quando submetidos a uma tensão fase-terra de 335 kV, 60 Hz, valor eficaz.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 16 de 37 |

Para as cadeias de suspensão e ancoragem do condutor, as tensões de RIV, medidas conforme norma NEMA 107, deverão ser inferiores a 500 μ V estando as cadeias submetidas a uma tensão fase-terra de 320 kV, 60 Hz, valor eficaz.

Para os espaçadores, amortecedores, emendas e reparos pré-formados do condutor, ensaiados nas mesmas condições e submetidos à mesma tensão fase-terra indicada no item 7 acima, as tensões de RIV, medidas conforme norma NEMA 107, devem ser inferiores a 200 μ V.

7.2 ENSAIO DE ARCO DE POTÊNCIA

Devem ser realizados ensaios de arco de potência em protótipos dos conjuntos de suspensão e ancoragem aplicáveis ao condutor. O arranjo do laboratório e dos conjuntos sendo ensaiados deve reproduzir as condições de utilização das cadeias nas LTs, principalmente no que se refere às distâncias entre partes vivas e aterradas e ao circuito de retorno da corrente.

Um protótipo de cada conjunto deve ser submetido a três correntes de arco de 50 kA, valor eficaz, alimentação desbalanceada e duração de 0,10 s, 0,10 s e 0,30 s.

Os conjuntos de suspensão e ancoragem do condutor serão considerados aprovados se, após os ensaios:

- a) Não ocorrer a separação de nenhum componente ou isolador das cadeias;
- b) As cargas de ruptura dos componentes afetados pelos arcos forem superiores a 80% do valor mínimo garantido pelo Fornecedor.

7.3 ENSAIO DE CICLO TÉRMICO

Devem ser submetidos ao ensaio os grampos de ancoragem à compressão e terminais de passagem e os conjuntos de emenda do condutor. O ensaio deve ser realizado de acordo com a norma NEMA C119.4, método CCT, classe C (125 ciclos).

7.4 ENSAIO DE ESCORREGAMENTO

Os grampos de suspensão devem ser submetidos a ensaios que permitam relacionar a carga de escorregamento com o torque aplicado aos parafusos de fixação da calha.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 17 de 37 |

7.5 ENSAIO DE RESISTÊNCIA A RUPTURA

Os componentes das cadeias de suspensão e ancoragem do condutor e cabos para-raios e os conjuntos de emenda do condutor e cabos para-raios devem ser submetidos a ensaios de ruptura para comprovar seu atendimento às cargas de projeto. As cargas devem ser aplicadas aos componentes de modo a reproduzir as condições de operação, quando instalados nas linhas de transmissão.

7.6 ENSAIOS DOS ESPAÇADORES

Protótipos dos espaçadores devem ser submetidos aos ensaios relacionados a seguir conforme especificado nas normas técnicas aplicáveis:

- a) Exame visual.
- b) Verificação dimensional.
- c) Escorregamento do grampo.
- d) Aperto dos parafusos de fixação dos grampos nos cabos.
- e) Simulação de corrente de curto-circuito e ensaios de tração e compressão.
- f) Flexibilidade.
- g) Fadiga (vibração eólica, duração 108 ciclos).
- h) Resistência elétrica.

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 18 de 37 |

7.7 ENSAIOS DOS AMORTECEDORES DE VIBRAÇÃO

Protótipos dos amortecedores a serem utilizados nos condutores e cabos para-raios devem ser submetidos aos ensaios relacionados a seguir conforme especificado nas normas técnicas aplicáveis:

- a) Exame visual.
- b) Verificação dimensional.
- c) Escorregamento do grampo.
- d) Aperto do parafuso de fixação do grampo nos cabos.
- e) Fixação dos pesos no cabo mensageiro.
- f) Fixação do grampo no cabo mensageiro.
- g) Capacidade de amortecimento.
- h) Resistência à fadiga.

8 ENSAIOS DE ROTINA PARA FERRAGENS

8.1 PEÇAS FORJADAS

- a) Matéria prima exame visual e ensaios mecânicos e químicos.
- b) Após forjadas Exame visual e dimensional, ensaios metalográficos.
- c) Após tratamento térmico Ensaios mecânicos e metalográficos.
- d) Após zincagem espessura, acabamento e aderência da camada de zinco.
- e) Peças acabadas exame visual e dimensional, ensaios mecânicos compatibilidade com outras peças.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 19 de 37 |

8.2 PEÇAS FUNDIDAS

- a) Matéria prima exame visual e análise química.
- b) Após fundidas exame visual e dimensional.
- c) Após tratamento térmico Ensaios mecânicos e metalográficos.
- d) Após zincagem espessura, acabamento e aderência da camada de zinco.
- e) Peças acabadas exame visual e dimensional, ensaios mecânicos, compatibilidade com outras peças.

8.3 CHAPAS TRABALHADAS

- a) Matéria prima exame visual e dimensional, ensaios mecânicos e análise química.
- b) Após operações de corte, furação e dobramento exame visual e dimensional.
- c) Após tratamento térmico e soldagem (se aplicável) exame visual e dimensional, exame das soldas.
- d) Após zincagem espessura, acabamento e aderência da camada de zinco.
- e) Peças acabadas exame visual e dimensional, ensaios mecânicos, compatibilidade com outras peças.

8.4 PARTES NÃO METÁLICAS

- a) Matéria prima análise química.
- b) Durante a fabricação propriedades elétricas e mecânicas.
- c) Peças acabadas exame visual e dimensional, compatibilidade com outras peças.

8.5 INSPEÇÃO POR PARTÍCULAS MAGNÉTICAS

Antes da zincagem amostras das peças fundidas e forjadas de material ferroso devem ser submetidas à inspeção magnética de acordo com a norma ASTM E709 utilizando a magnetização circular e longitudinal pelo método contínuo.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 20 de 37 |

Todas as seções de uma peça devem ser inspecionadas, inclusive parafusos e pinos. Devem ser utilizadas partículas magnéticas fluorescentes como meio de inspeção.

8.6 INSPEÇÃO RADIOGRÁFICA

O ensaio deve ser efetuado em amostras dos grampos de suspensão fabricados em liga de alumínio. As condições internas dos grampos devem ser verificadas com base nos padrões definidos na norma ASTM E155.

9 ENSAIOS DE ACEITAÇÃO PARA FERRAGENS

Os materiais acabados devem ser submetidos aos ensaios de aceitação especificados nos itens 9.1 a 9.5 de acordo com as normas técnicas aplicáveis.

9.1 TODAS AS FERRAGENS

Todos os tipos de ferragens devem ser submetidos aos seguintes ensaios, por amostragem:

- a) Exame visual.
- b) Verificação dimensional (acabamento, encaixe e dimensões).
- c) Resistência mecânica à ruptura.
- d) Zincagem (espessura, acabamento e aderência da camada de zinco).

Adicionalmente cada tipo específico de material deve ser submetido, por amostragem, aos ensaios relacionados nos itens 9.2 a 9.5 a seguir.

9.2 CUPILHAS DOS ENGATES CONCHA-BOLA

- a) Dobramento.
- b) Dureza.
- c) Operação.

9.3 ESPAÇADORES

- a) Escorregamento do grampo.
- b) Aperto dos parafusos de fixação dos grampos nos condutores.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 21 de 37 |

9.4 AMORTECEDORES DE VIBRAÇÃO

- a) Escorregamento do grampo.
- b) Aperto dos parafusos de fixação do grampo nos cabos.
- c) Fixação dos pesos no cabo mensageiro.
- d) Fixação do grampo no cabo mensageiro.

9.5 ESFERAS DE SINALIZAÇÃO

- a) Resistência ao impacto.
- b) Aderência da pintura.
- c) Escorregamento.
- d) Torque nos parafusos.

10 REFERÊNCIAS

1 Projeto Básico, NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B.

2 Projeto Básico, CONDUTOR E PARA-RAIOS, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B.

3 Projeto Básico, COORDENAÇÃO DO ISOLAMENTO, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1008-B.

4 Projeto Básico, SISTEMA DE ATERRAMENTO, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1014-B.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 22 de 37 |

11 ANEXOS

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 23 de 37 |

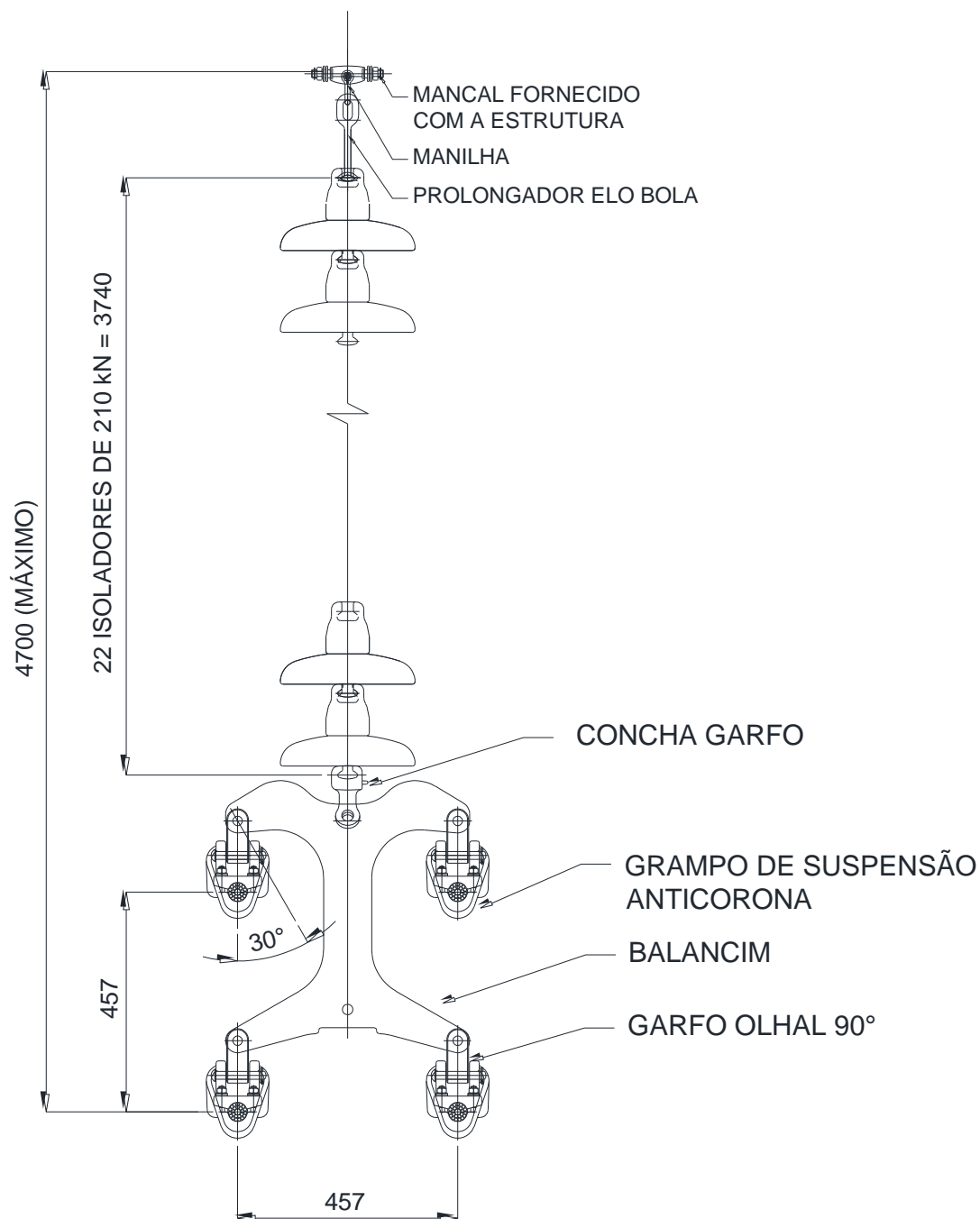
ANEXO 1 – DESENHOS DAS CADEIAS DOS CONDUTORES

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 Folha 24 de 37 |

NOTAS GERAIS APLICÁVEIS A TODOS OS DESENHOS

1. Para características dos condutores e cabos para-raios referir-se ao item 3 deste relatório.
2. Para características dos isoladores utilizados nas cadeias de suspensão e ancoragem dos condutores referir-se ao item 4 deste relatório.
3. Todas as dimensões estão em milímetro.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 25 de 37 |



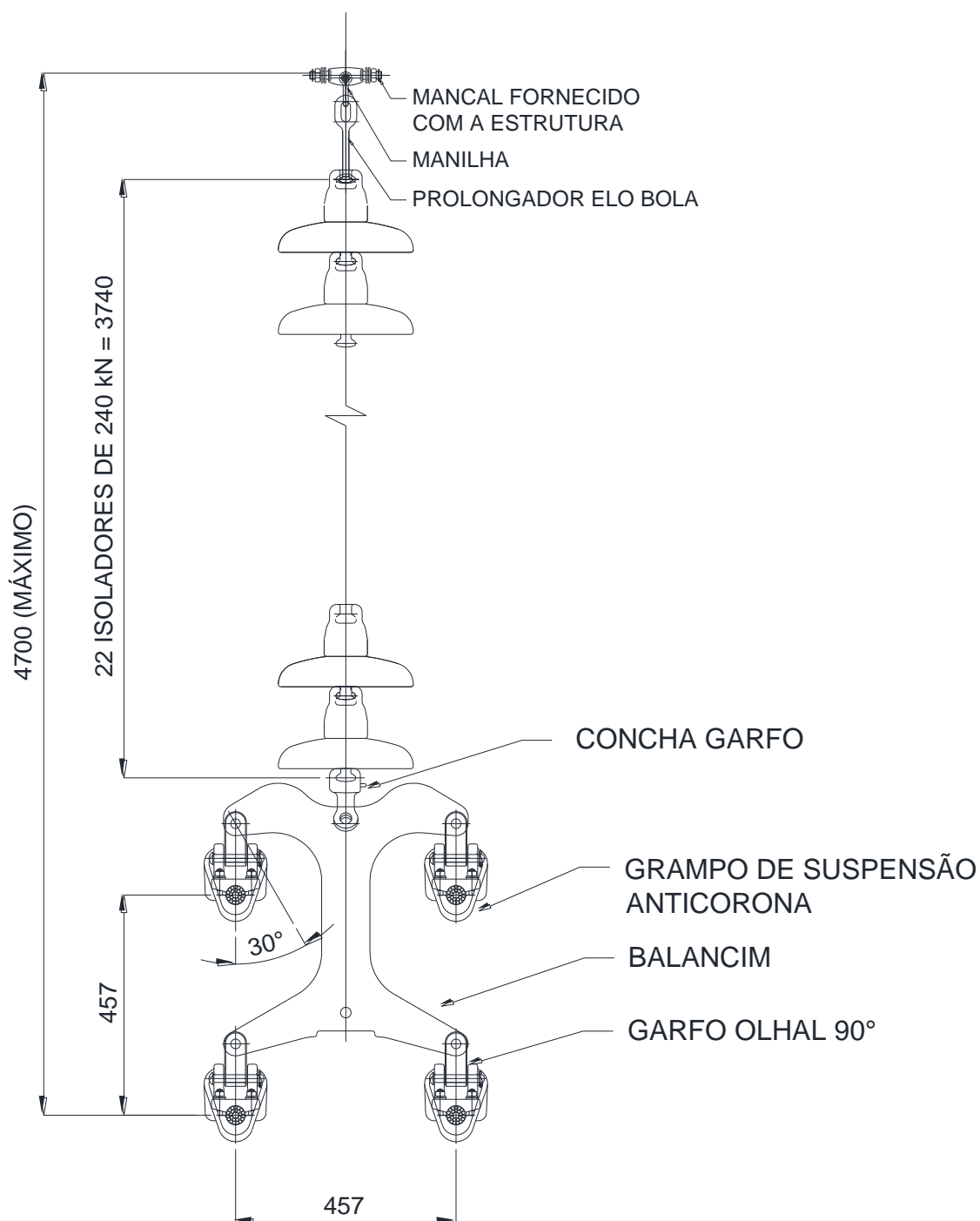
Para notas gerais, ver folha 25

CADEIA DE SUSPENSÃO EM I (IS-21) PARA ESTRUTURAS TIPO:

N5SEL E N5SSL (CS)

N5DEL E N5DSL (CD)

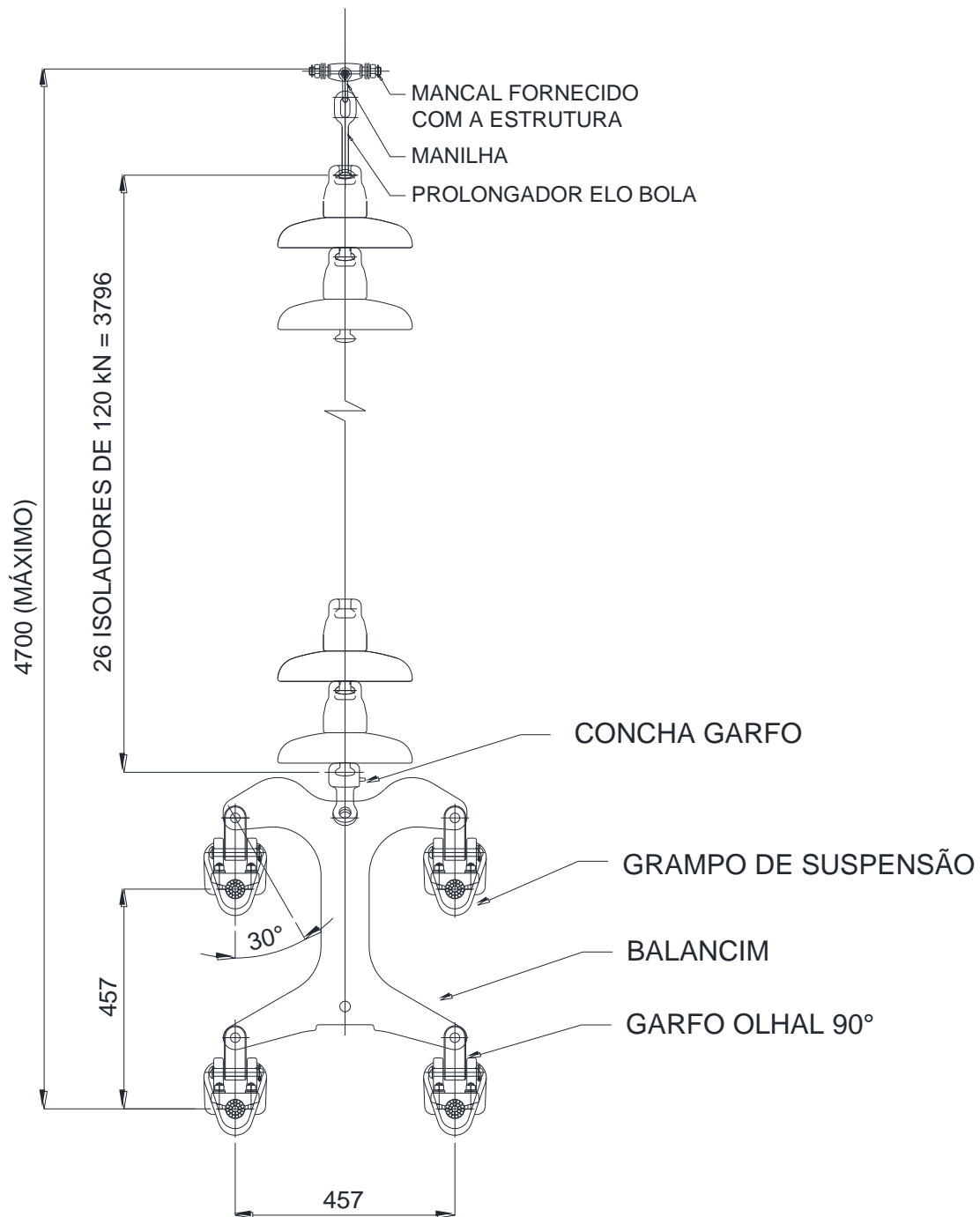
| | |
|--|--------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 Folha 26 de 37 |



Para notas gerais, ver folha 25

**CADEIA DE SUSPENSÃO EM I (IS-24) PARA ESTRUTURAS TIPO:
 N5SSP E N5SST (CS)
 N5DSP (CD)**

| | |
|--|--------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 Folha 27 de 37 |



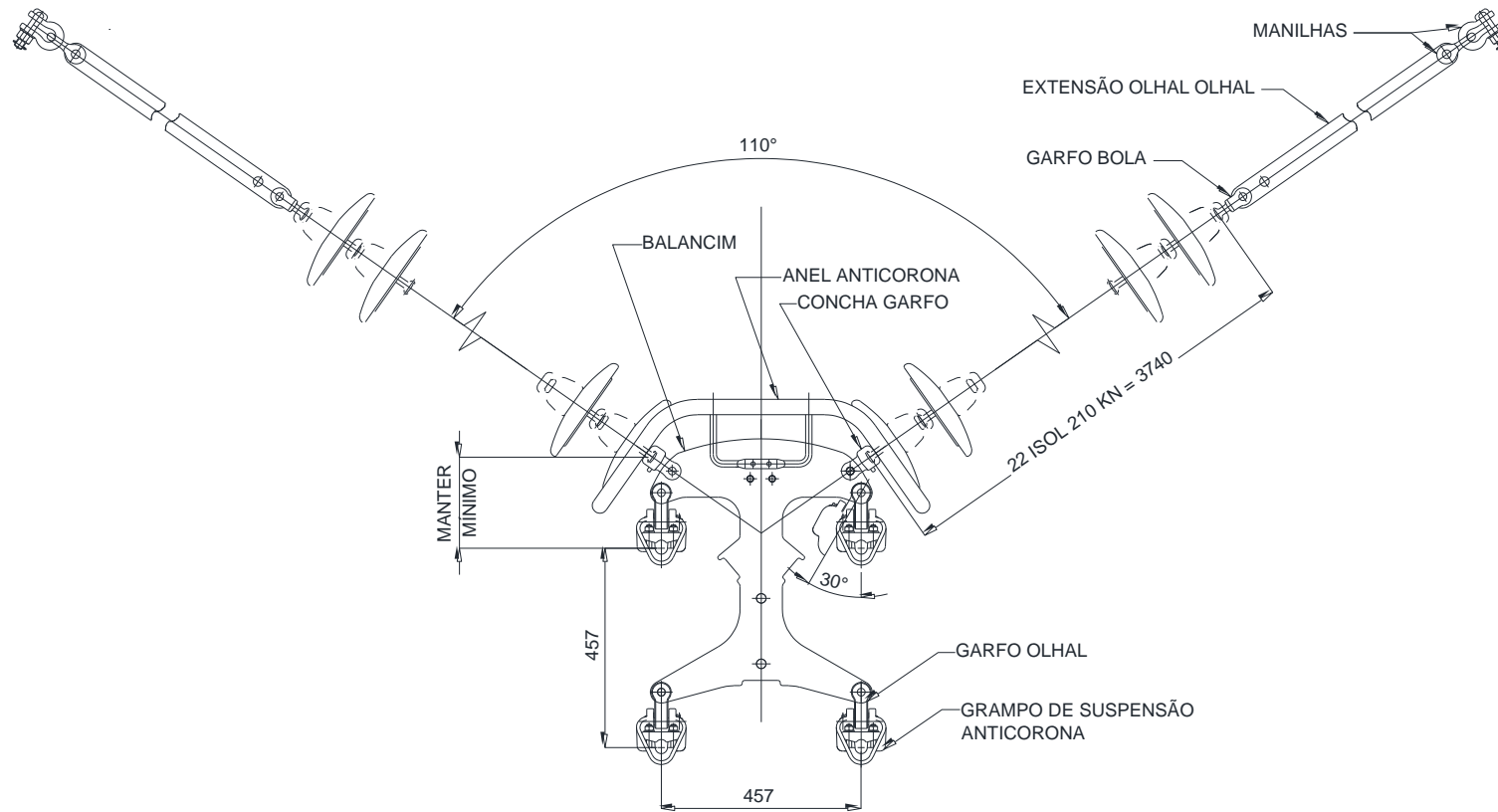
Para notas gerais, ver folha 25

CADEIA DE PASSAGEM EM I (IP-12) PARA ESTRUTURAS TIPO:

N5SAA E N5SAT (CS)

N5DAA E N5DAT (CD)

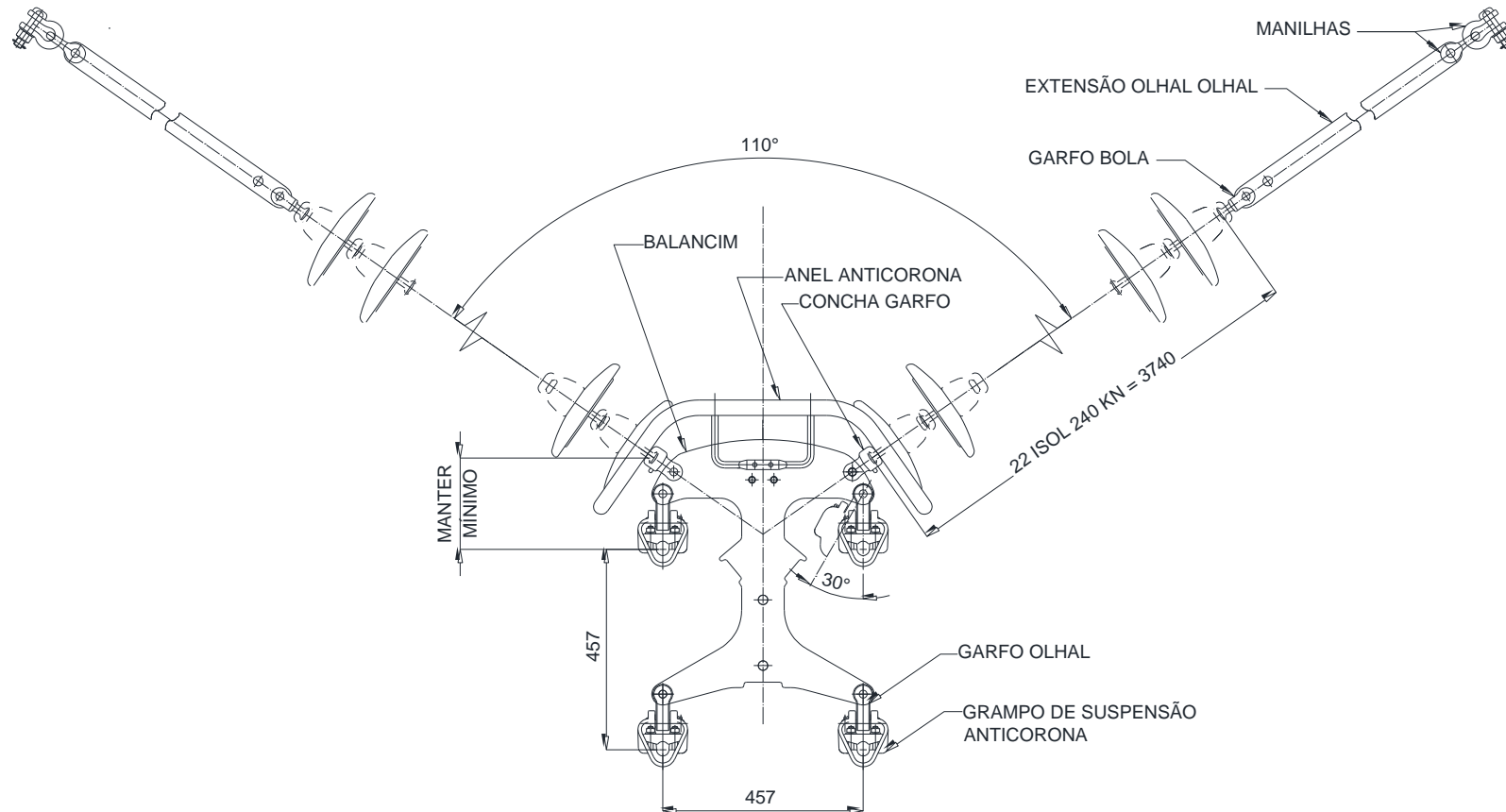
| | |
|--|--------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 Folha 28 de 37 |



Para notas gerais, ver folha 25

**CADEIA DE SUSPENSÃO EM V (V110-21) PARA ESTRUTURAS TIPO:
N5SEL E N5SSL (CS)**

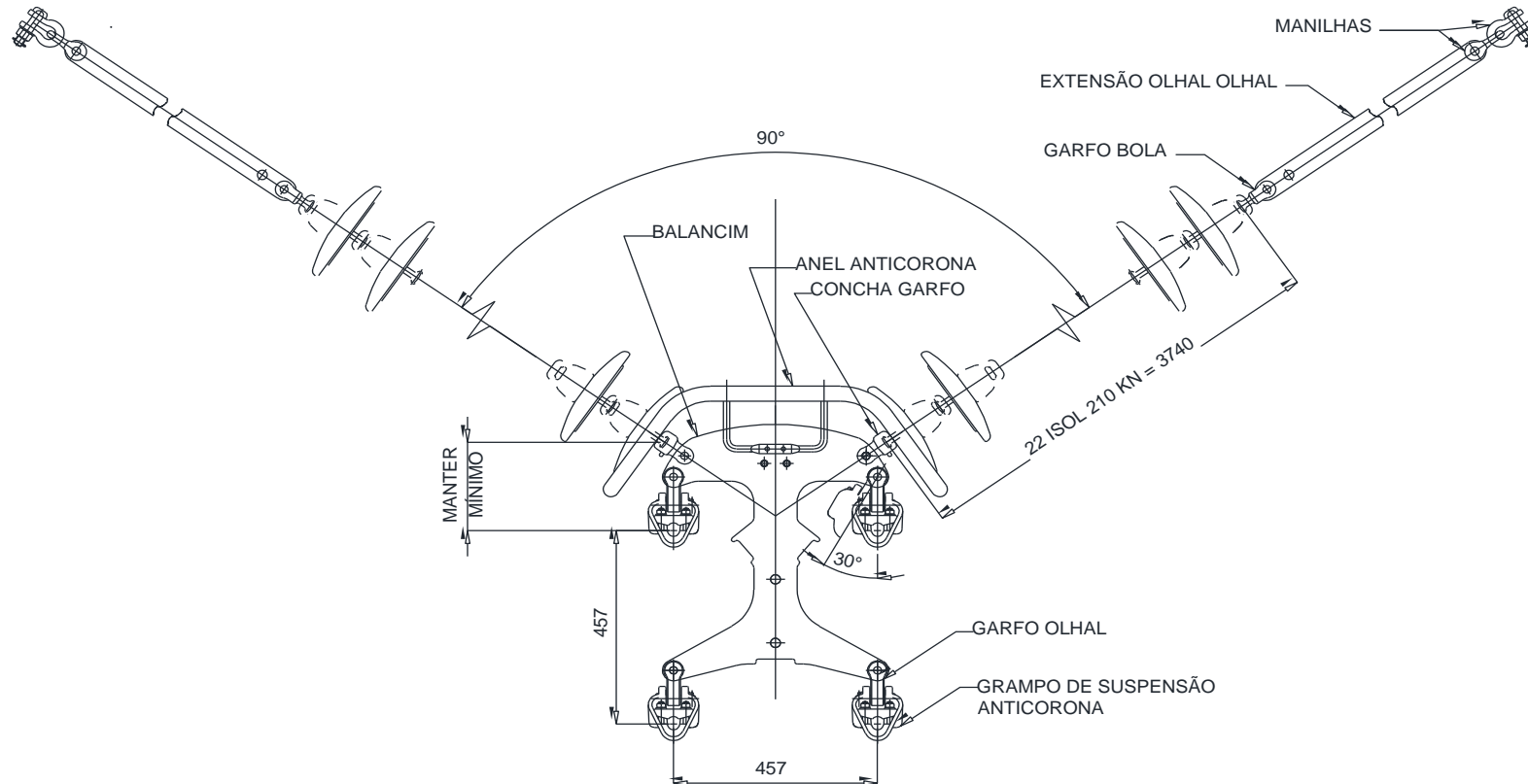
| | |
|---|--------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 Folha 29 de 37 |



Para notas gerais, ver folha 25

**CADEIA DE SUSPENSÃO EM V (V110-24) PARA ESTRUTURA TIPO:
N5SSP E N5SST (CS)**

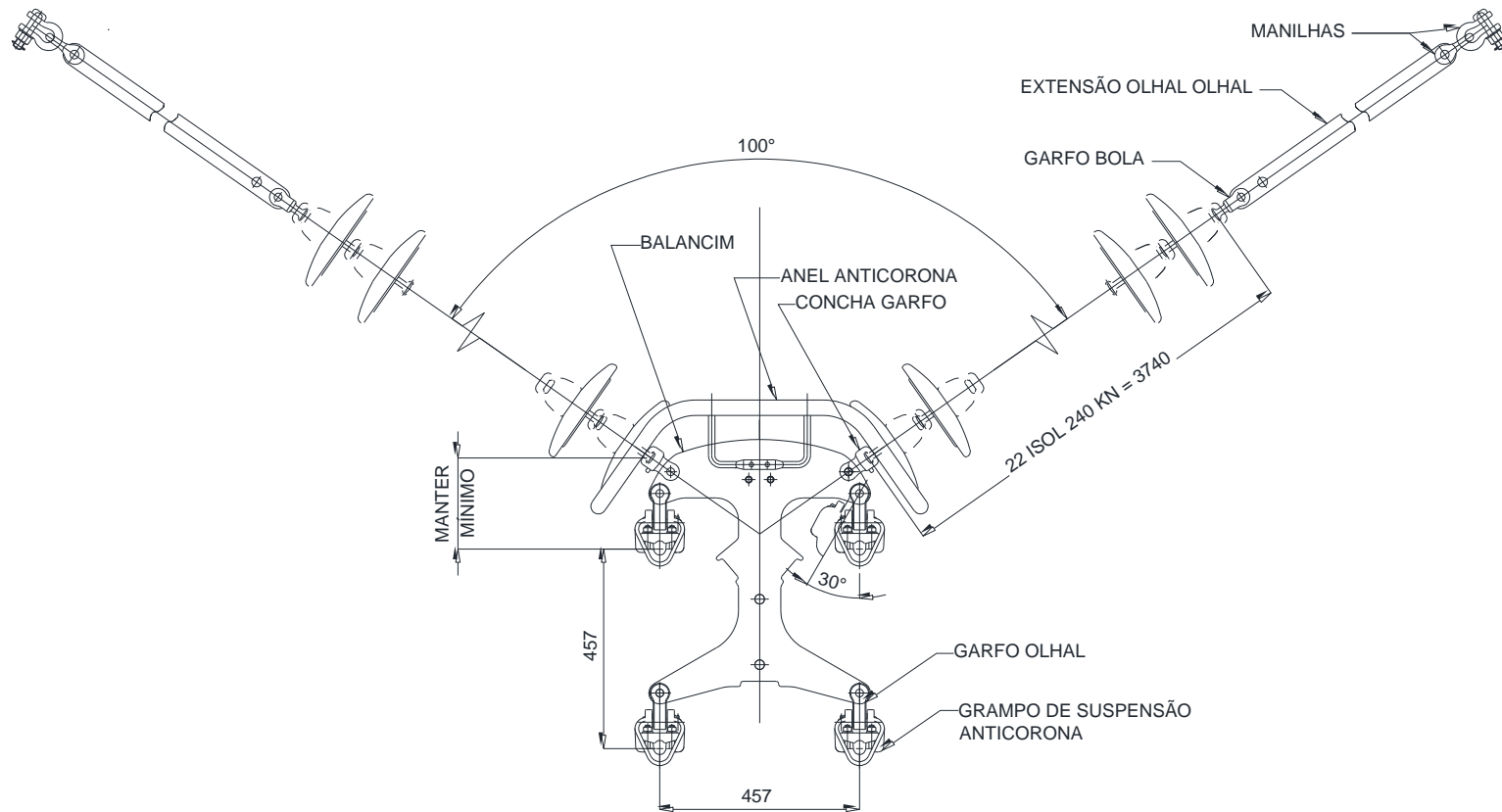
| | |
|---|--------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 Folha 30 de 37 |



Para notas gerais, ver folha 25

**CADEIA DE SUSPENSÃO EM V (V90-21) PARA ESTRUTURA TIPO:
N5DEL E N5DSL (CD)**

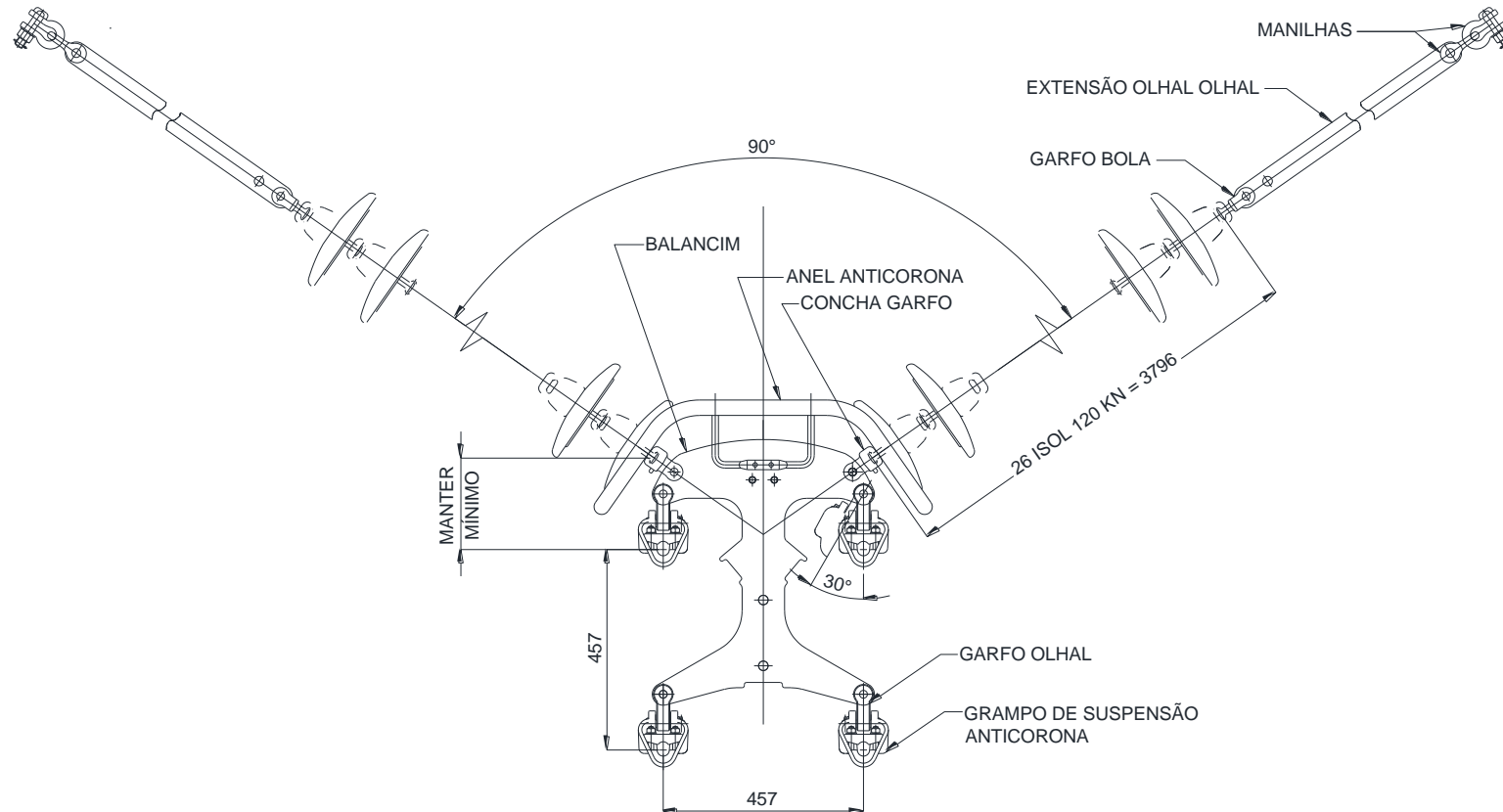
| | |
|--|--------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 Folha 31 de 37 |



Para notas gerais, ver folha 25

**CADEIA DE SUSPENSÃO EM V (V100-24) PARA ESTRUTURA TIPO:
N5DSP (CD)**

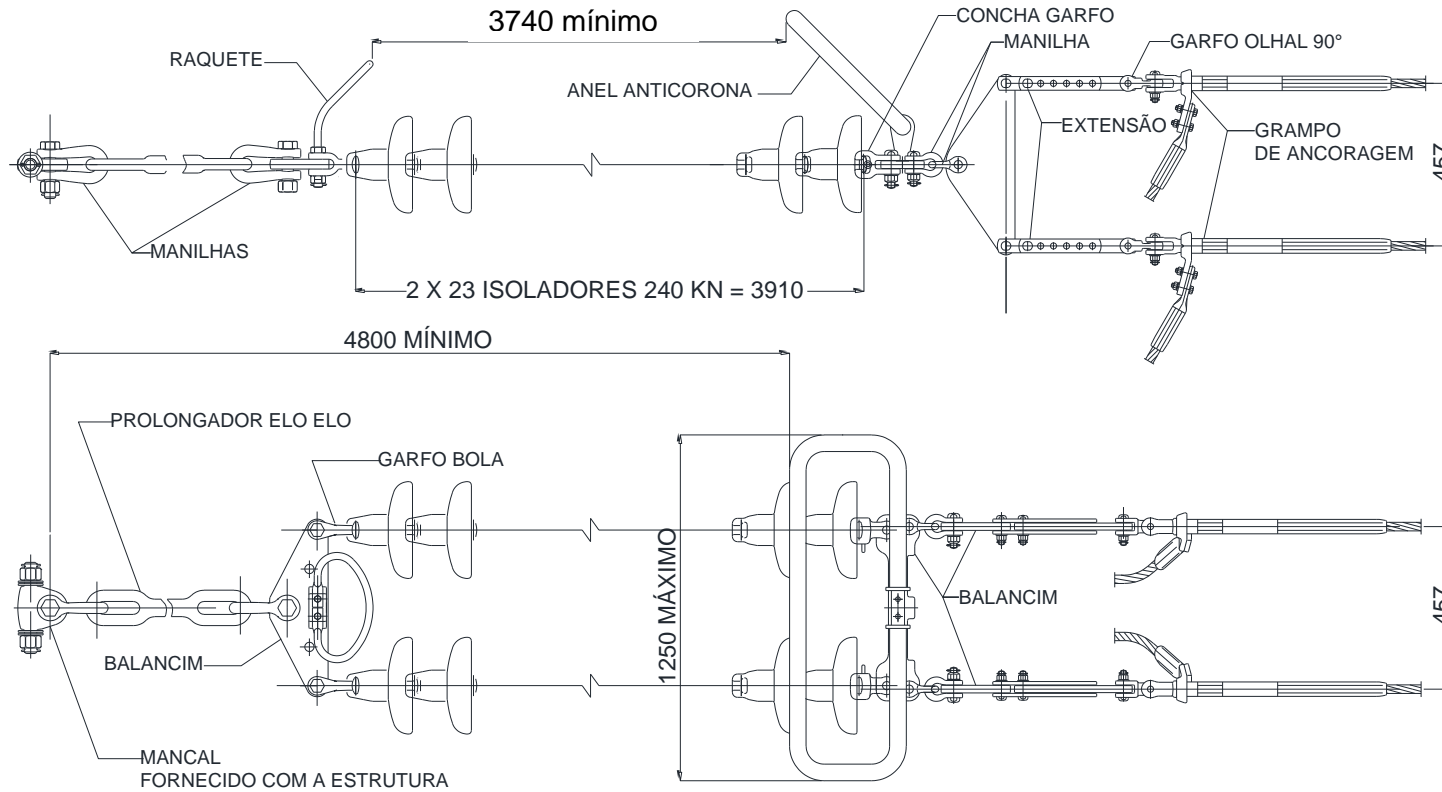
| | |
|---|--------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 Folha 32 de 37 |



Para notas gerais, ver folha 25

**CADEIA DE SUSPENSÃO EM V (VP90-12) PARA ESTRUTURA TIPO:
N5DAA (CD)**

| | |
|--|--------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 Folha 33 de 37 |



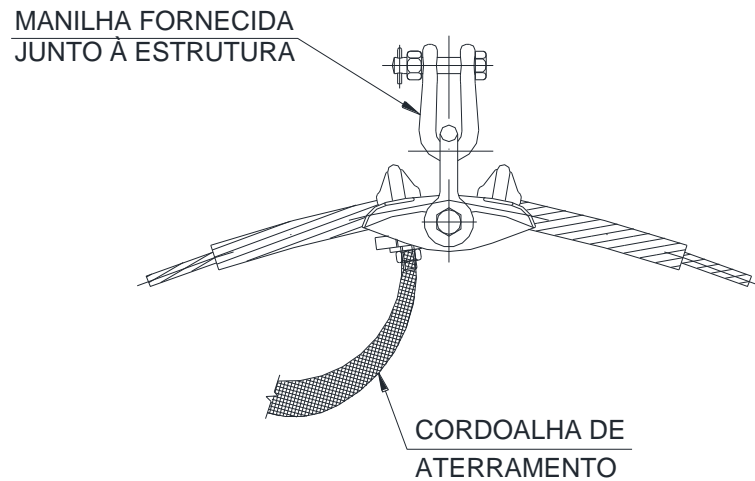
Para notas gerais, ver folha 25

**CADEIA DE DUPLA DE ANCORAGEM (AD-24) PARA ESTRUTURAS TIPO:
N5SAA E N5SAT (CS)
N5DAA E N5DAT (CD)**

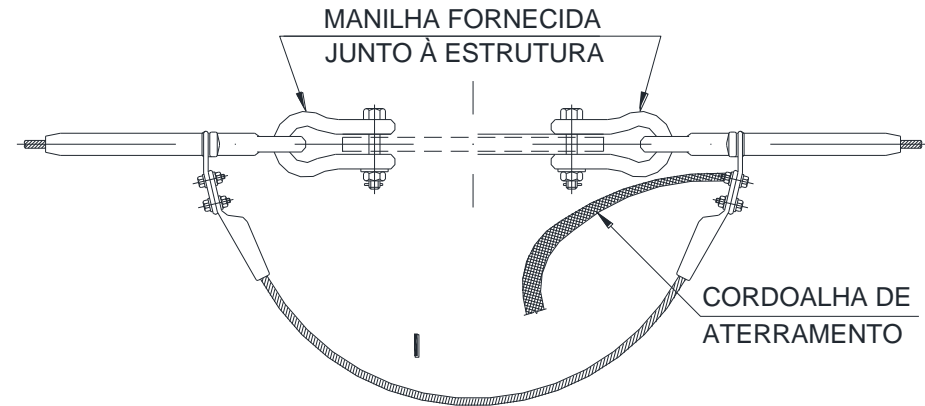
| | |
|--|----------------------------------|
| <p>LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B</p> |
| <p>ISOLADORES E FERRAGENS</p> | <p>Rev. 1 Folha 34 de 37</p> |

ANEXO 2 – DESENHOS DOS CONJUNTOS DE PARA RAIOS

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 |
| | Folha 35 de 37 |



Cadeia de Suspensão

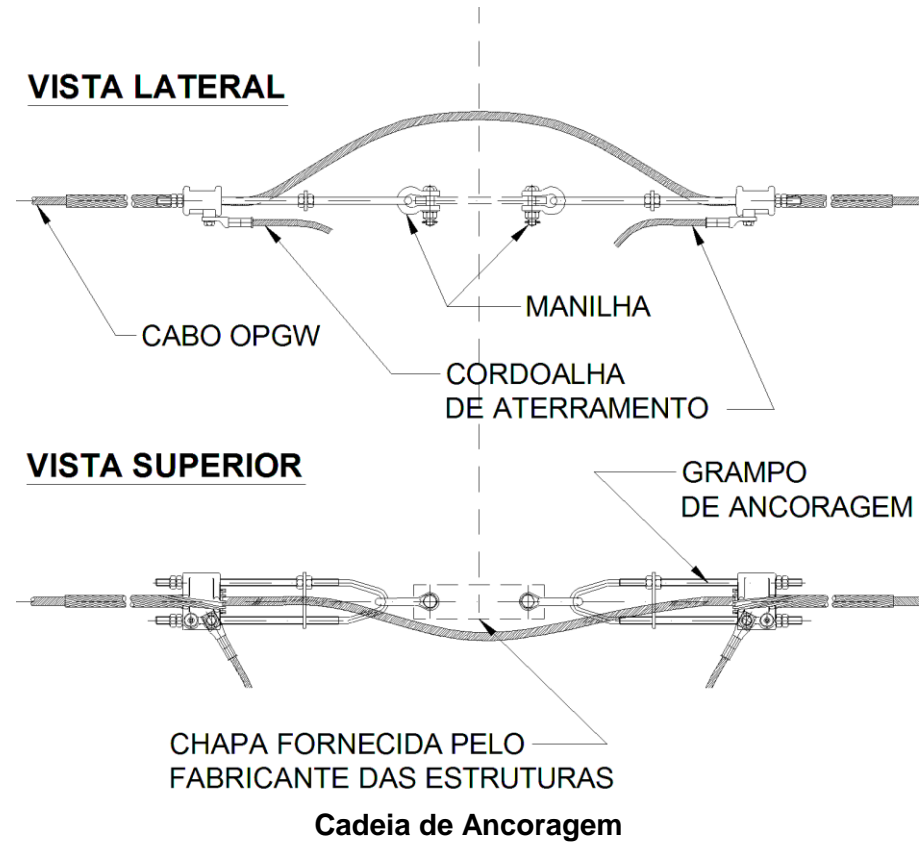
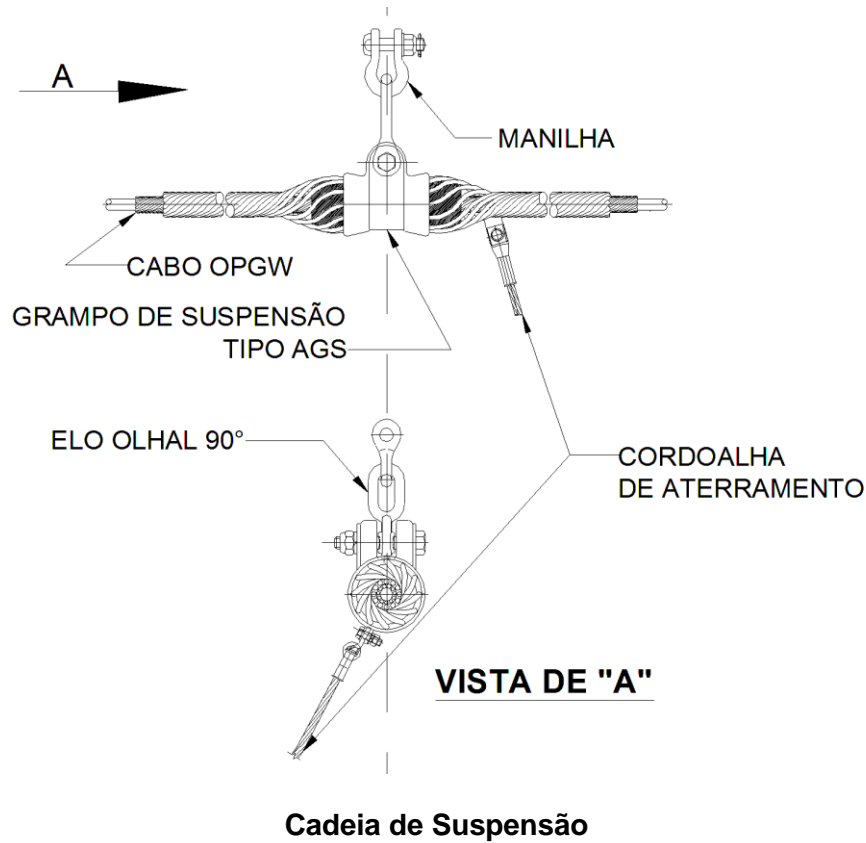


Cadeia de Ancoragem

Para notas gerais, ver folha 25

CONJUNTOS DE SUSPENSÃO E ANCORAGEM DOS CABOS PARA-RAIOS CAA DOTTEREL e AÇO 3/8" EAR

| | |
|--|--------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 Folha 36 de 37 |





Para notas gerais, ver folha 25

CADEIAS DE SUSPENSÃO E ANCORAGEM DO CABO PARA-RAIOS OPGW

| | |
|---|--------------------------|
| LT 525 KV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1 - LT 525 KV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 - LT 525 KV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1009-B |
| ISOLADORES E FERRAGENS | Rev. 1 Folha 37 de 37 |

| Rev. | Data | Descrição | Elab. | Verif. | Aprov. |
|------|----------|------------------------|------------|-------------|-------------|
| 0 | 25/06/19 | Aprovado | CEH | MSR | JNMM |
| 0A | 17/04/19 | Emissão Inicial | CFS | JNMM | JNMM |

| | | | | | |
|--|---|---------------------------------|--|---------------|-------------------|
| <p>EKTT 11 Serviços de Transmissão de Energia Elétrica SPE S.A.</p>  | <p><i>Nome da Obra</i></p> <p>LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD)</p> <p><i>Título do Documento:</i></p> <p>PROJETO BÁSICO – LOTE 1- LEILÃO ANEEL n° 04/2018 LINHAS DE TRANSMISSÃO</p> <p>DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL</p> | | | | |
|  | <p><i>Classe.Proj.</i> Estruturas</p> <table border="1"> <tr> <td colspan="2"><i>Situação. Projeto Básico</i></td> </tr> <tr> <td>Rev. 0</td> <td>Folha 1/52</td> </tr> </table> | <i>Situação. Projeto Básico</i> | | Rev. 0 | Folha 1/52 |
| <i>Situação. Projeto Básico</i> | | | | | |
| Rev. 0 | Folha 1/52 | | | | |
| <p><i>Elaborado</i> CFS 17/04/19</p> <p><i>Verificado</i> JNMM 17/04/19</p> <p><i>Aprovado</i> JNMM 17/04/19</p> <p><i>Responsável</i> CSF 17/04/19</p> <p><i>CREA N°</i> 200011958-9</p> | <p><i>N° Documento:</i> LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B</p> | | | | |

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. OBJETIVO | 3 |
| 2. METODOLOGIA DE CÁLCULO | 3 |
| 3. HIPÓTESES DE CARGA – TORRE N5SEL | 5 |
| 4. DIMENSIONAMENTO – TORRE N5SEL | 11 |
| 5. VERIFICAÇÃO DOS ESTAIS – TORRE N5SEL | 16 |
| 6. CARGAS NAS FUNDAÇÕES - TORRE N5SEL | 16 |
| 7. APOIO DO MASTRO - TORRE N5SEL | 23 |
| 8. STUB PARA ESTAI - TORRE N5SEL | 24 |
| 9. SILHUETA - TORRE N5SEL | 26 |
| 10. HIPÓTESES DE CARGA - TORRE N5DSL | 31 |
| 11. DIMENSIONAMENTO - TORRE N5DSL | 35 |
| 12. CARGAS NAS FUNDAÇÕES - TORRE N5DSL | 42 |
| 13. VERIFICAÇÃO DO STUB - TORRE N5DSL | 46 |
| 14. SILHUETA – NSDSL | 48 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 2 de 52 |

1. OBJETIVO

Apresentar memória de cálculo das torres N5SEL e N5DSL a serem utilizada na LT 525 kV, Lote 1, Leilão ANEEL nº 04/2018.

2. METODOLOGIA DE CÁLCULO

A torre foi calculada de acordo com a ASCE-10-15 "Design of Latticed Steel Transmission Structures".

O cálculo da torre é feito pelo programa PLS-TOWER, versão 14.2, que utiliza o método dos elementos finitos para análise não linear de estruturas reticuladas para linhas de transmissão.

A torre foi dimensionada considerando-se um fator de redução nas tensões limites de 0,90.

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 3 de 52 |

2.1 Cargas de vento na estrutura

• Cargas de vento extremo na estrutura

As cargas de vento extremo na estrutura foram calculadas de acordo com a norma IEC 60826 “Design Criteria of Overhead Transmission Lines”.

$$F_{\text{estrutura}} = q_0 G_t (1 + 0,2 \sin^2 2\theta) (St_1 C_{xt1} \cos^2 \theta + St_2 C_{xt2} \sin^2 \theta)$$

• Cargas de vento de tormentas na estrutura

As cargas de vento de tormentas na estrutura foram calculadas de acordo com a norma IEC 60826 “Design Criteria of Overhead Transmission Lines”.

$$F_{\text{estrutura}} = q_0 (1 + 0,2 \sin^2 2\theta) (St_1 C_{xt1} \cos^2 \theta + St_2 C_{xt2} \sin^2 \theta)$$

Onde:

q_0 - pressão dinâmica de referência

G_t – fator de correção do vento, variável com a rugosidade do terreno e com a altura, de acordo com a figura 5 da norma IEC 60826

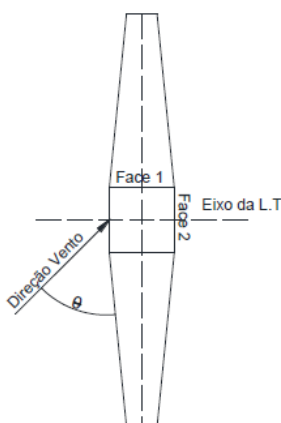
θ – ângulo de incidência do vento em relação à reta perpendicular à face 1, de acordo com a figura 6 da norma IEC 60826

St_1 - área de exposição ao vento (face 1)

C_{xt1} - coeficiente de arrasto (face 1), de acordo com a figura 7 da norma IEC 60826

St_2 - área de exposição ao vento (face 2)

C_{xt2} - coeficiente de arrasto (face 2), de acordo com a figura 7 da norma IEC 60826



| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 4 de 52 |

3. HIPÓTESES DE CARGA – TORRE N5SEL

HIP. CARREGAMENTO

1 VENTO TRANSVERSAL EXTREMO (T= 250 anos)

Cargas decorrentes da ação do vento extremo de projeto atuando transversalmente nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (20% do valor máximo).

2, 3 e 4 VENTO EXTREMO ATUANDO A 15°, 30° e 45° (T= 250 anos)

Cargas decorrentes da ação do vento extremo a 15°, 30° e 45°, atuando nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (20% do valor máximo).

5 VENTO LONGITUDINAL EXTREMO (T= 250 anos)

Cargas decorrentes da ação do vento extremo de projeto atuando longitudinalmente nas cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (20% do valor máximo).

6 LONGITUDINAL EM QUALQUER FASE

Carga longitudinal atuando em qualquer uma das fases; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (20% do valor máximo).

7 LONGITUDINAL EM QUALQUER PARA-RAIOS

Carga longitudinal atuando em qualquer um dos cabos para-raios; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (20% do valor máximo).

HIP. CARREGAMENTO

8 CONSTRUÇÃO E MONTAGEM

Carga vertical de construção atuando simultaneamente em qualquer combinação possível de fases e para-raios e peso próprio da estrutura.

9 VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS TRANSVERSAL (T= 250 anos)

Cargas decorrentes da ação do vento de tormentas elétricas atuando transversalmente nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (20% do valor máximo).

10, 11 e 12 VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS A 15°, 30° e 45° (T= 250 anos)

Cargas decorrentes da ação do vento de tormentas elétricas a 15°, 30° e 45°, atuando nos cabos, cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (20% do valor máximo).

13 VENTO DE TORMENTAS ELÉTRICAS LONGITUDINAL (T= 250 anos)

Cargas decorrentes da ação do vento de tormentas elétricas atuando longitudinalmente nas cadeias de isoladores e estrutura; verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (20% do valor máximo).

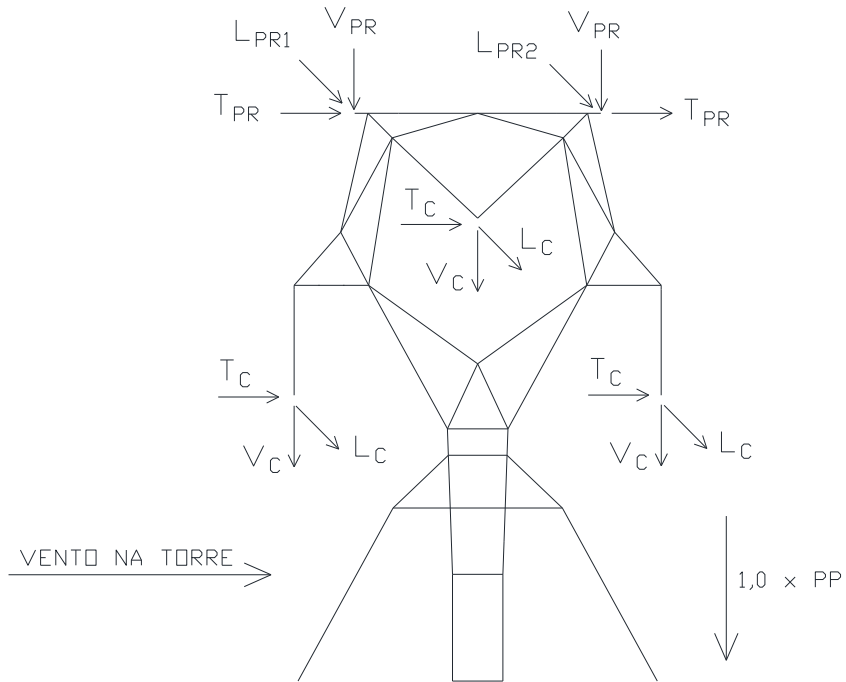
14 CONTENÇÃO DE CASCATA

Carga longitudinal reduzida atuando simultaneamente em todos os cabos, verticais normais e peso próprio da estrutura. A estrutura deve ser verificada, também, para verticais reduzidos (20% do valor máximo).

Notas Gerais

1. As cargas indicadas já incluem os fatores de sobrecarga aplicáveis.
2. Todas as cargas estão expressas em kgf.
3. As cargas atuando nas fases e nos para-raios devem ser aplicadas nos pontos de fixação dos cabos e estão representadas, conforme a hipótese de carregamento, por suas projeções na vertical e nos eixos transversal e longitudinal da estrutura.
4. As variáveis constantes das fórmulas para cálculo do vento atuando nas estruturas são definidas no item 6.2.6.4.1 e nas figuras 5, 6 e 7 da norma IEC 60826.
5. As cargas devidas ao vento na torre atuam na direção do vento e devem ser aplicadas no centro de gravidade de cada um dos painéis em que a estrutura for subdividida.
6. Para cada direção mostrada nos diagramas de carregamento, o vento sobre a estrutura e as cargas transversais e longitudinais atuando sobre os cabos devem ser aplicados nos dois sentidos possíveis, prevalecendo a combinação que for mais desfavorável no que se refere ao dimensionamento das barras e ligações. O mesmo princípio deve ser aplicado às cargas transversais nas hipóteses sem vento.

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 7 de 52 |



| N5SEL | | | | | |
|----------|---------------------------|----------------|--------------------------------------|--------------|-------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 1 | VENTO TRANSVERSAL EXTREMO | 73.5 | GT ST1 CXT1 | Tc | 9,257 |
| | | | | TPR | 1,227 |
| | | | | Vc | 5,753 |
| | | | | VPR | 719 |
| | | | | Lc | 0 |
| | | | | LPR1 | 668 |
| | | | | LPR2 | 0 |
| 2 | VENTO EXTREMO A 15° | 77.2 | GT (0.933 ST1 CXT1 + 0.067 ST2 CXT2) | Tc | 8,656 |
| | | | | TPR | 1,148 |
| | | | | Vc | 5,753 |
| | | | | VPR | 719 |
| | | | | Lc | 90 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 8 de 52 |

| N5SEL | | | | | |
|----------|---------------------------------------|----------------|------------------------------------|--------------------|-------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 3 | VENTO EXTREMO A 30° | 84.5 | GT (0.75 ST1 CXT1 + 0.25 ST2 CXT2) | Tc | 7,009 |
| | | | | TPR | 926 |
| | | | | Vc | 5,753 |
| | | | | VPR | 719 |
| | | | | Lc | 175 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |
| 4 | VENTO EXTREMO A 45° | 44.1 | GT (ST1 CXT1 + ST2 CXT2) | Tc | 4,751 |
| | | | | TPR | 621 |
| | | | | Vc | 5,753 |
| | | | | VPR | 719 |
| | | | | Lc | 247 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |
| 5 | VENTO LONGITUDINAL EXTREMO | 73.5 | GT ST2 CXT2 | Tc | 163 |
| | | | | TPR | 21 |
| | | | | Vc | 5,753 |
| | | | | VPR | 719 |
| | | | | Lc | 349 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |
| 6 | LONGITUDINAL EM QUALQUER FASE | - | - | Tc | 163 |
| | | | | TPR | 21 |
| | | | | Vc | 5,753 |
| | | | | VPR | 719 |
| | | | | Lc (Cabo rompido) | 6,258 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |
| 7 | LONGITUDINAL EM QUALQUER PARA - RAIOS | - | - | Tc | 163 |
| | | | | TPR | 21 |
| | | | | Vc | 5,753 |
| | | | | VPR | 719 |
| | | | | Lc | 0 |
| | | | | LPR (Cabo rompido) | 1,816 |
| 8 | CONSTRUÇÃO E MONTAGEM | - | - | Tc | 225 |
| | | | | TPR | 29 |
| | | | | Vc | 9,573 |
| | | | | VPR | 1,364 |
| | | | | Lc | 841 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 109 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 9 de 52 |

| N5SEL | | | | | |
|----------|---------------------------------------|----------------|-----------------------------------|--------------|-------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 9 | VENTO DE TORMENTAS TRANSVERSAL | 188.1 | ST1 CXT1 | Tc | 3,256 |
| | | | | TPR | 381 |
| | | | | Vc | 5,753 |
| | | | | VPR | 719 |
| | | | | Lc | 0 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |
| 10 | VENTO DE TORMENTAS A 15° | 197.5 | (0.933 ST1 CXT1 + 0.067 ST2 CXT2) | Tc | 3,058 |
| | | | | TPR | 357 |
| | | | | Vc | 5,753 |
| | | | | VPR | 719 |
| | | | | Lc | 93 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |
| 11 | VENTO DE TORMENTAS A 30° | 216.4 | (0.75 ST1 CXT1 + 0.25 ST2 CXT2) | Tc | 2,517 |
| | | | | TPR | 290 |
| | | | | Vc | 5,753 |
| | | | | VPR | 719 |
| | | | | Lc | 179 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |
| 12 | VENTO DE TORMENTAS A 45° | 112.9 | (ST1 CXT1 + ST2 CXT2) | Tc | 1,773 |
| | | | | TPR | 200 |
| | | | | Vc | 5,753 |
| | | | | VPR | 719 |
| | | | | Lc | 254 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |
| 13 | VENTO DE TORMENTAS LONGITUDINAL | 188.1 | ST2 CXT2 | Tc | 163 |
| | | | | TPR | 21 |
| | | | | Vc | 5,753 |
| | | | | VPR | 719 |
| | | | | Lc | 359 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 0 |
| 14 | CONTENÇÃO DE CASCATA | - | - | Tc | 163 |
| | | | | TPR | 21 |
| | | | | Vc | 5,753 |
| | | | | VPR | 719 |
| | | | | Lc | 3,269 |
| | | | | LPR1 = LPR2 | 908 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD)

LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS
PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL

Rev. 0

Folha 10 de 52

4. DIMENSIONAMENTO – TORRE N5SEL

4.1 Propriedade dos materiais

Perfis e chapas:

| Aço | Nomenclatura | Fy (kgf/cm ²) | Fu (kgf/cm ²) | Esmagamento (kgf/cm ²) |
|----------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| ASTM A-36 | Chapas | 2530 | 4077 | 4415 |
| ASTM A-572 Gr 50 (H) | Perfilados | 3515 | 4570 | 4950 |
| ASTM A-572 Gr 60 (G) | Perfilados | 4218 | 5273 | 5712 |

Parafusos

Conforme ASTM A-394 tipo 0

Fv = 2620 kgf/cm² – resistência ao cisalhamento

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 11 de 52 |

| Nome | Perfil | Tipo de aço | Compressão | | Área Bruta Perfil (cm ²) | Área Líquida Perfil (cm ²) | Comprimento da barra (cm) | rx/ry/rz | kl/r | Curva ASCE | Carga Crítica (kgf) | Utilização Compressão (%) | Tração | | Tração Seção Líquida (kgf) | Utilização Tração (%) | Nº / Diam. (pol) parafusos | | Resistência da ligação | | |
|------|-------------|-------------|-------------|-------|--------------------------------------|--|---------------------------|----------|------|------------|---------------------|---------------------------|-------------|-------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|------|------------------------|-------------------|-------|
| | | | Força (kgf) | Hip. | | | | | | | | | Força (kgf) | Hip. | | | | | Cisalhamento (kgf) | Esmagamento (kgf) | |
| 1 | 2L 75x75x6 | H | 1027 | H1 | 17.50 | 14.88 | 40 | 2.29 | 17 | 1 | 56491 | 2 | 1250 | H1 | 48641 | 3 | 4 | 15.9 | 19352 | 17567 | |
| 2 | 50x50x4 | H | 2047 | H6.1r | 3.89 | 3.14 | 253 | 1.52 | 166 | 4 | 2628 | 78 | 2245 | H6.3 | 10264 | 22 | 1 | 15.9 | 4838 | 2928 | |
| 3 | 60x60x4 | H | 4335 | H7.1 | 4.71 | 3.96 | 116 | 1.84 | 77 | 2 | 11076 | 39 | 3111 | H7.1r | 12945 | 24 | 2 | 15.9 | 9676 | 5856 | |
| 4 | 40x40x3 | H | 887 | H6.3r | 2.35 | 1.88 | 139 | 0.78 | 178 | 4 | 1385 | 64 | 1415 | H6.1 | 6146 | 23 | 1 | 12.7 | 3087 | 1754 | |
| 5a | 75x75x5 | H | 8812 | H1r | 7.36 | 6.26 | 246 | 2.31 | 106 | 1 | 12118 | 73 | 9455 | H1 | 20463 | 46 | 3 | 15.9 | 14514 | 10979 | |
| 5b | 75x75x5 | H | 13329 | H1 | 7.36 | 6.26 | 158 | 2.31 | 81 | 2 | 16693 | 80 | 12816 | H1 | 20463 | 63 | 3 | 19.5 | 21831 | 13465 | |
| 6 | 75x75x5 | H | 13990 | H1 | 7.36 | 6.26 | 145 | 2.31 | 77 | 2 | 17339 | 81 | 13910 | H1 | 20463 | 68 | 4 | 15.9 | 19352 | 14639 | |
| 7 | 45x45x4 | H | 2652 | H6.1r | 3.49 | 2.09 | 157 | 1.36 | 118 | 3 | 4714 | 56 | 3077 | H1 | 6832 | 45 | 2 | 15.9 | 7277 | 3591 | |
| 8 | 75x75x6 | H | 14679 | H1 | 8.72 | 6.26 | 189 | 2.3 | 92 | 2 | 18057 | 81 | 10680 | H1r | 20463 | 52 | 4 | 15.9 | 19352 | 17567 | |
| 9 | 75x75x5 | H | 9653 | H1 | 7.36 | 6.26 | 138 | 1.48 | 100 | 2 | 13428 | 72 | 11084 | H6.3 | 20463 | 54 | 4 | 15.9 | 19352 | 14639 | |
| 10 | 75x75x7 | H | 13660 | H1 | 10.10 | 6.26 | 144 | 1.46 | 104 | 2 | 17434 | 78 | 11953 | H1r | 20463 | 58 | 4 | 15.9 | 19352 | 20495 | |
| 11 | 75x75x7 | H | 9286 | H6.1 | 10.10 | 7.87 | 198 | 1.46 | 136 | 4 | 10280 | 90 | 6943 | H6.1 | 25739 | 27 | 2 | 15.9 | 9676 | 10247 | |
| 12 | 75x75x5 | H | 9291 | H14r | 7.36 | 6.26 | 148 | 1.48 | 105 | 2 | 12424 | 75 | 9236 | H14 | 20463 | 45 | 3 | 15.9 | 14514 | 10979 | |
| 13 | 60x60x5 | H | 6796 | H6.1r | 5.82 | 3.96 | 136 | 1.17 | 117 | 2 | 7934 | 86 | 12016 | H6.1 | 12945 | 93 | 4 | 19.5 | 29107 | 17954 | |
| 14 | 60x60x4 | H | 8705 | H14 | 4.71 | 3.96 | 120 | 1.84 | 79 | 2 | 10919 | 80 | 5648 | H6.3r | 12945 | 44 | 3 | 19.5 | 21831 | 10772 | |
| 15 | 100x100x7 | H | 21313 | H1r | 13.70 | 10.97 | 143 | 3.06 | 65 | 2 | 36089 | 59 | 30265 | H1 | 35860 | 84 | 6 | 19.5 | 43661 | 37703 | |
| 16 | 127x127x9.5 | H | 40226 | H14 | 23.29 | 19.76 | 133 | 3.96 | 55 | 2 | 66009 | 61 | 24900 | H14r | 64594 | 39 | 9 | 15.9 | 43542 | 62582 | |
| 17 | 2L 60x60x5 | H | 19896 | H1r | 11.64 | 9.88 | 175 | 2.69 | 65 | 1 | 31020 | 64 | 28153 | H1 | 32297 | 87 | 4 | 15.9 | ** | 38704 | 29278 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD)

LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL

Rev. 0

Folha 12 de 52

| Nome | Perfil | Tipo de aço | Compressão | | Área Bruta Perfil (cm ²) | Área Líquida Perfil (cm ²) | Comprimento da barra (cm) | rx/ry/rz | kl/r | Curva ASCE | Carga Crítica (kgf) | Utilização Compressão (%) | Tração | | Tração Seção Líquida (kgf) | Utilização Tração (%) | Nº / Diam. (pol) parafusos | | | Resistência da ligação | |
|------|------------|-------------|-------------|-------|--------------------------------------|--|---------------------------|----------|------|------------|---------------------|---------------------------|-------------|-------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|------|----|------------------------|-------------------|
| | | | Força (kgf) | Hip. | | | | | | | | | Força (kgf) | Hip. | | | | | | Cisalhamento (kgf) | Esmagamento (kgf) |
| 18 | 2L 75x75x6 | H | 24573 | H6.1 | 17.50 | 14.88 | 150 | 2.29 | 79 | 2 | 41420 | 59 | 5054 | H6.2r | 48641 | 10 | 3 | 15.9 | ** | 29028 | 26350 |
| 19 | 50x50x5 | H | 2849 | H1r | 4.80 | 4.02 | 207 | 1.51 | 137 | 4 | 4781 | 60 | 2852 | H1r | 13141 | 22 | 1 | 15.9 | | 6173 | 5846 |
| 20 | 45x45x4 | H | 347 | H14 | 3.49 | 2.73 | 263 | 1.36 | 193 | 4 | 1747 | 20 | 2692 | H6.1r | 8924 | 30 | 1 | 15.9 | | 4838 | 2928 |
| 21 | 100x100x10 | H | 47304 | H1 | 19.20 | 16.32 | 191 | 3.04 | 63 | 1 | 51947 | 91 | 26739 | H1r | 53349 | 50 | 8 | 19.5 | | 58215 | 71815 |
| 22 | 50x50x5 | H | 2781 | H1r | 4.80 | 4.02 | 168 | 0.97 | 173 | 4 | 2995 | 93 | 2516 | H1r | 13141 | 19 | 1 | 12.7 | | 3087 | 2923 |
| 23 | 50x50x4 | H | 2989 | H1r | 3.89 | 3.27 | 142 | 0.98 | 145 | 4 | 3468 | 86 | 3535 | H1r | 10689 | 33 | 2 | 12.7 | | 6173 | 4677 |
| 24 | 50x50x4 | H | 4376 | H1r | 3.89 | 3.27 | 119 | 0.98 | 121 | 4 | 4939 | 89 | 3425 | H1r | 10689 | 32 | 2 | 12.7 | | 6173 | 4677 |
| 25 | 50x50x4 | H | 2252 | H1 | 3.89 | 3.27 | 150 | 0.98 | 153 | 4 | 3108 | 72 | 1089 | H1r | 10689 | 10 | 2 | 12.7 | | 6173 | 4677 |
| 26 | 100x100x10 | H | 50571 | H1 | 19.20 | 16.32 | 150 | 3.04 | 49 | 1 | 56092 | 90 | 17443 | H1r | 53349 | 33 | 8 | 19.5 | | 58215 | 71815 |
| 27 | 50x50x5 | H | 2193 | H1r | 4.80 | 3.52 | 167 | 0.97 | 172 | 4 | 3031 | 72 | 2156 | H1r | 11507 | 19 | 1 | 12.7 | | 3087 | 2923 |
| 28 | 45x45x5 | H | 103 | H1r | 4.30 | 3.52 | 150 | 0.87 | 172 | 4 | 2708 | 4 | 2863 | H1 | 11507 | 25 | 1 | 12.7 | | 3087 | 2923 |
| 29 | 100x100x10 | H | 46856 | H1 | 19.20 | 16.32 | 150 | 3.04 | 49 | 1 | 56092 | 84 | 12591 | H1r | 53349 | 24 | 8 | 19.5 | | 58215 | 71815 |
| 30 | 45x45x4 | H | 1600 | H1r | 3.49 | 2.86 | 167 | 0.87 | 192 | 4 | 1773 | 90 | 1514 | H1r | 9349 | 16 | 1 | 12.7 | | 3087 | 2339 |
| 31 | 100x100x10 | H | 32775 | H1 | 19.20 | 16.32 | 150 | 3.04 | 49 | 1 | 56092 | 58 | 3466 | H8.7 | 53349 | 6 | 8 | 19.5 | | 58215 | 71815 |
| 32a | 45x45x5 | H | 1950 | H1r | 4.30 | 3.79 | 167 | 0.87 | 192 | 4 | 2185 | 89 | 1856 | H1r | 12389 | 15 | 1 | 12.7 | | 3087 | 2923 |
| 32b | 50x50x4 | H | 1950 | H1r | 3.89 | 2.38 | 175 | 0.98 | 179 | 4 | 2284 | 85 | 1856 | H1r | 11049 | 17 | 1 | 12.7 | | 3087 | 2923 |
| 33 | 100x100x7 | H | 25860 | H1 | 13.70 | 11.65 | 200 | 3.06 | 65 | 1 | 36012 | 72 | 0 | - | 38083 | 0 | 5 | 19.5 | | 36384 | 31419 |
| 34 | 45x45x4 | H | 1745 | H1 | 3.49 | 2.86 | 150 | 1.36 | 115 | 3 | 4927 | 35 | 1384 | H8.7 | 9349 | 15 | 2 | 12.7 | | 3087 | 2339 |
| 35 | 45x45x4 | H | 2205 | H6.2r | 3.49 | 2.86 | 102 | 0.87 | 118 | 2 | 4697 | 47 | 2226 | H6.2 | 9349 | 24 | 2 | 12.7 | | 6173 | 4677 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 13 de 52 |

| Nome | Perfil | Tipo de aço | Compressão | | Área Bruta Perfil (cm ²) | Área Líquida Perfil (cm ²) | Comprimento da barra (cm) | rx/ry/rz | kl/r | Curva ASCE | Carga Crítica (kgf) | Utilização Compressão (%) | Tração | | Tração Seção Líquida (kgf) | Utilização Tração (%) | Nº / Diam. (pol) parafusos | | | Resistência da ligação | |
|------|------------|-------------|-------------|-------|--------------------------------------|--|---------------------------|----------|------|------------|---------------------|---------------------------|-------------|-------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|------|----|------------------------|-------------------|
| | | | Força (kgf) | Hip. | | | | | | | | | Força (kgf) | Hip. | | | | | | Cisalhamento (kgf) | Esmagamento (kgf) |
| 36 | 45x45x4 | H | 1396 | H8.7 | 3.49 | 2.19 | 150 | 0.88 | 170 | 4 | 2249 | 62 | 268 | H1 | 7159 | 4 | 1 | 12.7 | | 3087 | 2339 |
| 37 | 45x45x3 | H | 2894 | H6.1 | 2.66 | 2.19 | 101 | 0.89 | 115 | 2 | 3758 | 77 | 3028 | H6.1 | 7159 | 42 | 2 | 12.7 | | 6173 | 3508 |
| 38 | 45x45x3 | H | 1091 | H1 | 2.35 | 1.88 | 150 | 0.78 | 192 | 4 | 1190 | 92 | 1010 | H1 | 6146 | 16 | 2 | 12.7 | | 3087 | 1754 |
| 39 | 50x50x5 | H | 5579 | H6.1 | 4.80 | 4.02 | 100 | 0.97 | 107 | 2 | 7801 | 72 | 5650 | H6.1r | 13141 | 43 | 2 | 12.7 | | 6173 | 5846 |
| 40 | 90x90x7 | H | 0 | - | 12.20 | 10.37 | 150 | 1.77 | 102 | 3 | 21634 | 0 | 25164 | H1 | 33899 | 74 | 6 | 19.5 | | 36384 | 31419 |
| 41 | 100x100x8 | H | 0 | - | 15.50 | 13.18 | 168 | 1.96 | 86 | 1 | 34417 | 0 | 36317 | H1 | 43084 | 84 | 7 | 19.5 | | 50938 | 50270 |
| 42 | 100x100x10 | H | 40721 | H1 | 19.20 | 16.32 | 115 | 1.95 | 74 | 2 | 47665 | 85 | 0 | - | 53349 | 0 | 8 | 19.5 | | 58215 | 71815 |
| 43 | 65x65x6 | H | 11330 | H14 | 7.53 | 6.35 | 110 | 1.28 | 94 | 2 | 15028 | 75 | 10959 | H14r | 20758 | 53 | 3 | 15.9 | | 14514 | 13175 |
| 44 | 2L 75x75x6 | H | 30632 | H1r | 17.50 | 14.88 | 150 | 2.29 | 66 | 1 | 46319 | 66 | 343 | H1 | 48641 | 1 | 3 | 19.5 | ** | 43661 | 32317 |
| 45 | 45x45x4 | H | 2502 | H6.1 | 3.49 | 2.86 | 111 | 0.87 | 128 | 4 | 4013 | 62 | 2295 | H6.1 | 9349 | 25 | 2 | 12.7 | | 6173 | 4677 |
| 46 | 50x50x6 | H | 4140 | H1 | 5.69 | 4.02 | 144 | 0.97 | 148 | 4 | 4833 | 86 | 3898 | H2 | 13141 | 30 | 2 | 12.7 | | 6173 | 7016 |
| 47 | 45x45x4 | H | 2148 | H1 | 3.49 | 2.86 | 150 | 0.88 | 170 | 4 | 2249 | 96 | 2739 | H1r | 9349 | 29 | 1 | 15.9 | | 4838 | 2928 |
| 48 | 40x40x3 | H | 1513 | H6.2r | 2.35 | 1.88 | 109 | 0.78 | 140 | 4 | 2253 | 67 | 1519 | H6.2r | 6146 | 25 | 1 | 12.7 | | 3087 | 1754 |
| 49 | 45x45x3 | H | 1594 | H1 | 2.66 | 2.19 | 104 | 0.89 | 118 | 2 | 3598 | 44 | 1473 | H6.2r | 7159 | 21 | 1 | 15.9 | | 4838 | 2196 |
| 50 | 50x50x4 | H | 1082 | H6.2r | 3.89 | 3.27 | 75 | 0.98 | 87 | 2 | 8476 | 13 | 988 | H6.2r | 10689 | 9 | 1 | 12.7 | | 3087 | 2339 |
| 51 | 60x60x4 | H | 3157 | H1 | 4.71 | 4.01 | 204 | 1.83 | 111 | 1 | 7095 | 44 | 6476 | H6.1 | 13108 | 49 | 3 | 12.7 | | 9260 | 7016 |
| 52 | 45x45x5 | H | 3334 | H1 | 4.30 | 2.19 | 174 | 1.35 | 129 | 4 | 4845 | 69 | 1533 | H6.1r | 7159 | 21 | 1 | 15.9 | | 4838 | 3660 |
| 53 | 40x40x3 | H | 1363 | H7.1 | 2.35 | 1.88 | 104 | 0.78 | 133 | 4 | 2474 | 55 | 1822 | H1 | 6146 | 30 | 1 | 15.9 | | 4838 | 2196 |
| 54 | 45x45x3 | H | 836 | H1 | 2.66 | 2.19 | 106 | 0.89 | 119 | 2 | 3497 | 24 | 837 | H1 | 7159 | 12 | 1 | 12.7 | | 3087 | 1754 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 14 de 52 |

EKTT 1

Serviços de Transmissão de
Energia Elétrica SPE S.A.



| Nome | Perfil | Tipo de aço | Compressão | | Área Bruta Perfil (cm ²) | Área Líquida Perfil (cm ²) | Comprimento da barra (cm) | rx/ry/rz | kl/r | Curva ASCE | Carga Crítica (kgf) | Utilização Compressão (%) | Tração | | Tração Seção Líquida (kgf) | Utilização Tração (%) | Nº / Diam. (pol) parafusos | | | Resistência da ligação | |
|------|---------|-------------|-------------|-------|--------------------------------------|--|---------------------------|----------|------|------------|---------------------|---------------------------|-------------|-------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|------|--|------------------------|-------------------|
| | | | Força (kgf) | Hip. | | | | | | | | | Força (kgf) | Hip. | | | | | | Cisalhamento (kgf) | Esmagamento (kgf) |
| 55 | 75x75x7 | H | 11640 | H6.1 | 10.10 | 7.44 | 176 | 1.46 | 121 | 4 | 13010 | 89 | 19754 | H6.3r | 24321 | 81 | 4 | 19.5 | | 29107 | 25135 |
| 56 | 75x75x5 | H | 0 | - | 7.36 | 6.26 | 240 | 1.49 | 161 | 4 | 5310 | 0 | 10583 | H6.1 | 20463 | 52 | 3 | 15.9 | | 14514 | 10979 |
| 57 | 60x60x4 | H | 4512 | H6.3 | 4.71 | 4.01 | 152 | 1.19 | 128 | 4 | 5404 | 83 | 6494 | H6.3r | 13108 | 50 | 3 | 12.7 | | 9260 | 7016 |
| 58 | 75x75x5 | H | 6262 | H6.1r | 7.36 | 6.26 | 178 | 1.49 | 120 | 2 | 9632 | 65 | 5641 | H6.1 | 20463 | 28 | 2 | 15.9 | | 9676 | 7320 |
| 59 | 40x40x3 | H | 1603 | H6.3 | 2.35 | 1.88 | 106 | 0.78 | 136 | 4 | 2382 | 67 | 1209 | H6.3r | 6146 | 20 | 1 | 12.7 | | 3087 | 1754 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 15 de 52 |

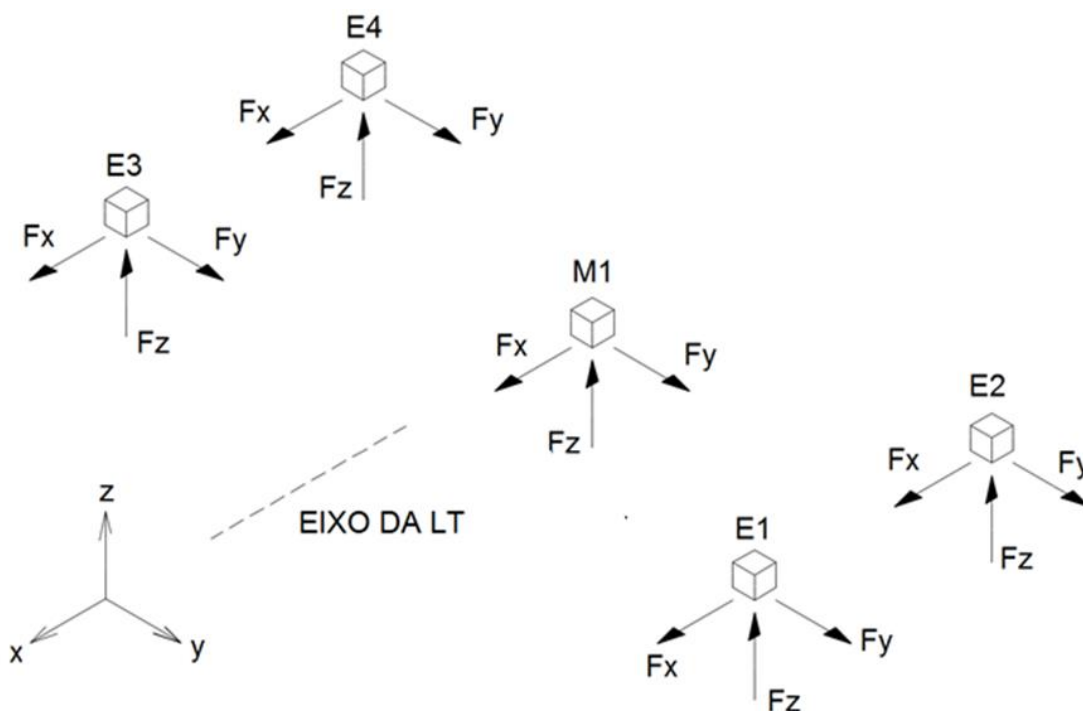
5. VERIFICAÇÃO DOS ESTAIS – TORRE N5SEL

5.1 Tabela de dimensionamento

| Ø Diam. | Max. Tração (kgf) | Hip. | Carga Ruptura (kgf) | Resist. Cálculo (kgf) | Utilização (%) |
|---------|-------------------|-------|---------------------|-----------------------|----------------|
| 1 1/8" | 36878 | H6.3r | 66000 | 46035 | 80% |

6. CARGAS NAS FUNDAÇÕES - TORRE N5SEL

As cargas indicadas a seguir são críticas, isto é, já estão multiplicadas pelos respectivos coeficientes de segurança embutidos no cálculo das cargas das respectivas hipóteses de carregamento, mas não incluem nenhum coeficiente de segurança adicional.



Legenda:

Fx - Horizontal longitudinal positiva na direção da LT

Fy - Horizontal transversal positiva

Fz – Vertical positiva

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 16 de 52 |

| Hipótese | Apoio | Fx (kgf) | Fy (kgf) | Fz (kgf) | Resultante Horizontal (kgf) |
|----------|-------|----------|----------|----------|-----------------------------|
| H1 | M1 | 421 | 2573 | -84664 | 2606 |
| H1 | E1 | 148 | 177 | 238 | 231 |
| H1 | E2 | -240 | 290 | 444 | 376 |
| H1 | E3 | 12380 | -15394 | 28280 | 19754 |
| H1 | E4 | -13027 | -15879 | 29427 | 20538 |
| H1r | M1 | 373 | 2856 | -73841 | 2881 |
| H1r | E1 | 149 | 178 | 241 | 232 |
| H1r | E2 | -251 | 302 | 468 | 393 |
| H1r | E3 | 12448 | -15481 | 28446 | 19865 |
| H1r | E4 | -13077 | -15916 | 29517 | 20594 |
| H2 | M1 | 94 | 2369 | -81390 | 2369 |
| H2 | E1 | 169 | 203 | 286 | 264 |
| H2 | E2 | -205 | 246 | 364 | 320 |
| H2 | E3 | 11585 | -14319 | 26387 | 18419 |
| H2 | E4 | -12385 | -15165 | 28051 | 19581 |
| H2r | M1 | 83 | 2583 | -70512 | 2583 |
| H2r | E1 | 171 | 206 | 291 | 268 |
| H2r | E2 | -209 | 252 | 375 | 327 |
| H2r | E3 | 11635 | -14382 | 26510 | 18500 |
| H2r | E4 | -12425 | -15203 | 28137 | 19635 |
| H3 | M1 | -494 | 2208 | -68943 | 2212 |
| H3 | E1 | 164 | 197 | 273 | 256 |
| H3 | E2 | -684 | 825 | 1448 | 1072 |
| H3 | E3 | 8023 | -10010 | 18427 | 12828 |
| H3 | E4 | -10434 | -12572 | 23430 | 16337 |
| H3r | M1 | -534 | 2346 | -58488 | 2352 |
| H3r | E1 | 165 | 199 | 277 | 258 |
| H3r | E2 | -798 | 964 | 1707 | 1251 |
| H3r | E3 | 8199 | -10225 | 18831 | 13105 |
| H3r | E4 | -10439 | -12576 | 23445 | 16344 |
| H4 | M1 | -1298 | 1248 | -67284 | 1332 |
| H4 | E1 | 174 | 210 | 298 | 273 |
| H4 | E2 | -2100 | 2530 | 4651 | 3288 |
| H4 | E3 | 6019 | -7497 | 13814 | 9614 |
| H4 | E4 | -10216 | -12270 | 22880 | 15966 |
| H4r | M1 | -1344 | 1222 | -57037 | 1383 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD)

LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B

**DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS
PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL**

Rev. 0

Folha 17 de 52

| Hipótese | Apoio | Fx (kgf) | Fy (kgf) | Fz (kgf) | Resultante Horizontal (kgf) |
|----------|-------|----------|----------|----------|-----------------------------|
| H4r | E1 | 178 | 214 | 306 | 278 |
| H4r | E2 | -2298 | 2771 | 5102 | 3600 |
| H4r | E3 | 6199 | -7717 | 14226 | 9898 |
| H4r | E4 | -10180 | -12227 | 22806 | 15910 |
| H5 | M1 | -2116 | 39 | -48819 | 2116 |
| H5 | E1 | 478 | 582 | 988 | 753 |
| H5 | E2 | -4597 | 5543 | 10296 | 7200 |
| H5 | E3 | 579 | -706 | 1219 | 913 |
| H5 | E4 | -4775 | -5754 | 10694 | 7478 |
| H5r | M1 | -2151 | 37 | -37934 | 2151 |
| H5r | E1 | 544 | 662 | 1138 | 857 |
| H5r | E2 | -4616 | 5569 | 10345 | 7233 |
| H5r | E3 | 653 | -795 | 1388 | 1030 |
| H5r | E4 | -4783 | -5766 | 10718 | 7492 |
| H6.1 | M1 | 198 | 135 | -85178 | 218 |
| H6.1 | E1 | 149 | 175 | 238 | 230 |
| H6.1 | E2 | -13131 | 16238 | 29914 | 20883 |
| H6.1 | E3 | 10034 | -12799 | 23301 | 16263 |
| H6.1 | E4 | -3461 | -4062 | 7614 | 5336 |
| H6.1r | M1 | 143 | 93 | -74135 | 154 |
| H6.1r | E1 | 152 | 179 | 245 | 235 |
| H6.1r | E2 | -13155 | 16270 | 29978 | 20923 |
| H6.1r | E3 | 10076 | -12840 | 23390 | 16322 |
| H6.1r | E4 | -3425 | -4021 | 7537 | 5281 |
| H6.2 | M1 | 971 | 44 | -45762 | 972 |
| H6.2 | E1 | 404 | 492 | 818 | 635 |
| H6.2 | E2 | -3833 | 4642 | 8652 | 6019 |
| H6.2 | E3 | 517 | -630 | 1077 | 815 |
| H6.2 | E4 | -3969 | -4802 | 8957 | 6230 |
| H6.2r | M1 | 937 | 42 | -35078 | 938 |
| H6.2r | E1 | 449 | 546 | 921 | 707 |
| H6.2r | E2 | -3879 | 4699 | 8740 | 6093 |
| H6.2r | E3 | 578 | -705 | 1216 | 911 |
| H6.2r | E4 | -3995 | -4837 | 8998 | 6273 |
| H6.3 | M1 | 184 | -52 | -84388 | 188 |
| H6.3 | E1 | 9867 | 12579 | 22908 | 15987 |
| H6.3 | E2 | -3214 | 3771 | 7064 | 4955 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD)

LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B

**DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS
PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL**

Rev. 0

Folha 18 de 52

| Hipótese | Apoio | Fx (kgf) | Fy (kgf) | Fz (kgf) | Resultante Horizontal (kgf) |
|----------|-------|----------|----------|----------|-----------------------------|
| H6.3 | E3 | 150 | -177 | 241 | 232 |
| H6.3 | E4 | -13207 | -16337 | 30092 | 21007 |
| H6.3r | M1 | 130 | -12 | -73347 | 130 |
| H6.3r | E1 | 9909 | 12621 | 22998 | 16046 |
| H6.3r | E2 | -3179 | 3732 | 6990 | 4903 |
| H6.3r | E3 | 153 | -182 | 248 | 238 |
| H6.3r | E4 | -13232 | -16366 | 30154 | 21046 |
| H7.1 | M1 | 537 | 53 | -49472 | 540 |
| H7.1 | E1 | 279 | 335 | 531 | 436 |
| H7.1 | E2 | -4927 | 6022 | 11187 | 7781 |
| H7.1 | E3 | 3677 | -4530 | 8371 | 5834 |
| H7.1 | E4 | -1698 | -2040 | 3741 | 2654 |
| H7.1r | M1 | 514 | 41 | -38654 | 515 |
| H7.1r | E1 | 302 | 363 | 583 | 472 |
| H7.1r | E2 | -4956 | 6057 | 11254 | 7826 |
| H7.1r | E3 | 3713 | -4569 | 8449 | 5888 |
| H7.1r | E4 | -1706 | -2052 | 3763 | 2669 |
| H7.2 | M1 | 530 | 23 | -48690 | 530 |
| H7.2 | E1 | 3471 | 4273 | 7896 | 5504 |
| H7.2 | E2 | -1467 | 1764 | 3221 | 2294 |
| H7.2 | E3 | 294 | -353 | 564 | 459 |
| H7.2 | E4 | -4969 | -6075 | 11284 | 7849 |
| H7.2r | M1 | 508 | 34 | -37901 | 509 |
| H7.2r | E1 | 3509 | 4314 | 7978 | 5561 |
| H7.2r | E2 | -1482 | 1781 | 3254 | 2317 |
| H7.2r | E3 | 319 | -385 | 623 | 501 |
| H7.2r | E4 | -4999 | -6111 | 11354 | 7895 |
| H8.1 | M1 | 154 | 52 | -52755 | 162 |
| H8.1 | E1 | 716 | 870 | 1528 | 1127 |
| H8.1 | E2 | -2162 | 2621 | 4814 | 3397 |
| H8.1 | E3 | 882 | -1073 | 1908 | 1389 |
| H8.1 | E4 | -2329 | -2824 | 5195 | 3661 |
| H8.2 | M1 | 30 | -325 | -25721 | 327 |
| H8.2 | E1 | 1726 | 2096 | 3829 | 2714 |
| H8.2 | E2 | -2016 | 2449 | 4492 | 3172 |
| H8.2 | E3 | 1865 | -2266 | 4146 | 2935 |
| H8.2 | E4 | -1727 | -2097 | 3832 | 2717 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD)

LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B

**DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS
PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL**

Rev. 0

Folha 19 de 52

| Hipótese | Apoio | Fx (kgf) | Fy (kgf) | Fz (kgf) | Resultante Horizontal (kgf) |
|----------|-------|----------|----------|----------|-----------------------------|
| H8.3 | M1 | 30 | 338 | -25721 | 340 |
| H8.3 | E1 | 1856 | 2255 | 4126 | 2920 |
| H8.3 | E2 | -1718 | 2086 | 3812 | 2703 |
| H8.3 | E3 | 1736 | -2107 | 3849 | 2729 |
| H8.3 | E4 | -2025 | -2460 | 4512 | 3187 |
| H8.4 | M1 | 58 | 12 | -27081 | 60 |
| H8.4 | E1 | 1724 | 2094 | 3826 | 2712 |
| H8.4 | E2 | -1877 | 2279 | 4173 | 2953 |
| H8.4 | E3 | 1743 | -2116 | 3867 | 2741 |
| H8.4 | E4 | -1895 | -2300 | 4213 | 2981 |
| H8.5 | M1 | 62 | -2616 | -36128 | 2617 |
| H8.5 | E1 | 983 | 1189 | 2175 | 1543 |
| H8.5 | E2 | -3414 | 4160 | 7730 | 5382 |
| H8.5 | E3 | 2065 | -2521 | 4610 | 3258 |
| H8.5 | E4 | -864 | -1045 | 1860 | 1356 |
| H8.6 | M1 | 192 | 33 | -35326 | 195 |
| H8.6 | E1 | 1334 | 1619 | 2935 | 2098 |
| H8.6 | E2 | -1956 | 2374 | 4351 | 3076 |
| H8.6 | E3 | 1410 | -1713 | 3110 | 2219 |
| H8.6 | E4 | -2018 | -2449 | 4492 | 3173 |
| H8.7 | M1 | 61 | 2658 | -36133 | 2659 |
| H8.7 | E1 | 1995 | 2433 | 4447 | 3146 |
| H8.7 | E2 | -805 | 973 | 1724 | 1262 |
| H8.7 | E3 | 1071 | -1295 | 2375 | 1680 |
| H8.7 | E4 | -3492 | -4254 | 7907 | 5503 |
| H8.8 | M1 | 200 | -2636 | -45138 | 2644 |
| H8.8 | E1 | 569 | 688 | 1232 | 892 |
| H8.8 | E2 | -3534 | 4305 | 8002 | 5570 |
| H8.8 | E3 | 1825 | -2230 | 4064 | 2882 |
| H8.8 | E4 | -1049 | -1269 | 2279 | 1646 |
| H8.9 | M1 | 18 | 31 | -43799 | 35 |
| H8.9 | E1 | 1028 | 1249 | 2239 | 1617 |
| H8.9 | E2 | -2006 | 2433 | 4462 | 3153 |
| H8.9 | E3 | 1140 | -1387 | 2496 | 1796 |
| H8.9 | E4 | -2122 | -2575 | 4727 | 3337 |
| H8.10 | M1 | 195 | 2746 | -44823 | 2753 |
| H8.10 | E1 | 1670 | 2039 | 3709 | 2636 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD)

LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B

**DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS
PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL**

Rev. 0

Folha 20 de 52

| Hipótese | Apoio | Fx (kgf) | Fy (kgf) | Fz (kgf) | Resultante Horizontal (kgf) |
|----------|-------|----------|----------|----------|-----------------------------|
| H8.10 | E2 | -893 | 1080 | 1925 | 1402 |
| H8.10 | E3 | 706 | -854 | 1544 | 1107 |
| H8.10 | E4 | -3660 | -4458 | 8288 | 5768 |
| H9 | M1 | 0 | 675 | -47227 | 675 |
| H9 | E1 | 446 | 539 | 911 | 700 |
| H9 | E2 | -446 | 539 | 911 | 700 |
| H9 | E3 | 4264 | -5196 | 9617 | 6722 |
| H9 | E4 | -4264 | -5196 | 9617 | 6722 |
| H9r | M1 | 0 | 646 | -36436 | 646 |
| H9r | E1 | 496 | 600 | 1024 | 778 |
| H9r | E2 | -496 | 600 | 1025 | 778 |
| H9r | E3 | 4293 | -5229 | 9682 | 6766 |
| H9r | E4 | -4293 | -5229 | 9682 | 6766 |
| H10 | M1 | -44 | 635 | -46587 | 635 |
| H10 | E1 | 420 | 509 | 855 | 661 |
| H10 | E2 | -538 | 652 | 1121 | 845 |
| H10 | E3 | 3988 | -4865 | 8995 | 6292 |
| H10 | E4 | -4194 | -5102 | 9447 | 6605 |
| H10r | M1 | -47 | 608 | -35874 | 608 |
| H10r | E1 | 465 | 563 | 955 | 730 |
| H10r | E2 | -610 | 739 | 1285 | 959 |
| H10r | E3 | 4042 | -4929 | 9117 | 6374 |
| H10r | E4 | -4214 | -5126 | 9496 | 6636 |
| H11 | M1 | -216 | 521 | -45133 | 522 |
| H11 | E1 | 442 | 534 | 901 | 693 |
| H11 | E2 | -800 | 969 | 1716 | 1256 |
| H11 | E3 | 3350 | -4090 | 7546 | 5287 |
| H11 | E4 | -3902 | -4738 | 8775 | 6139 |
| H11r | M1 | -224 | 500 | -34593 | 501 |
| H11r | E1 | 499 | 604 | 1031 | 783 |
| H11r | E2 | -891 | 1079 | 1923 | 1399 |
| H11r | E3 | 3436 | -4193 | 7742 | 5421 |
| H11r | E4 | -3931 | -4772 | 8841 | 6183 |
| H12 | M1 | -481 | 360 | -43388 | 500 |
| H12 | E1 | 537 | 653 | 1122 | 845 |
| H12 | E2 | -1280 | 1551 | 2807 | 2011 |
| H12 | E3 | 2503 | -3055 | 5615 | 3949 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD)

LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B

**DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS
PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL**

Rev. 0

Folha 21 de 52

| Hipótese | Apoio | Fx (kgf) | Fy (kgf) | Fz (kgf) | Resultante Horizontal (kgf) |
|----------|-------|----------|----------|----------|-----------------------------|
| H12 | E4 | -3448 | -4182 | 7737 | 5420 |
| H12r | M1 | -492 | 346 | -33039 | 513 |
| H12r | E1 | 624 | 758 | 1318 | 982 |
| H12r | E2 | -1389 | 1683 | 3055 | 2181 |
| H12r | E3 | 2610 | -3184 | 5858 | 4118 |
| H12r | E4 | -3499 | -4245 | 7855 | 5501 |
| H13 | M1 | -827 | 37 | -41027 | 828 |
| H13 | E1 | 1071 | 1301 | 2337 | 1686 |
| H13 | E2 | -2309 | 2797 | 5144 | 3626 |
| H13 | E3 | 1191 | -1448 | 2613 | 1875 |
| H13 | E4 | -2431 | -2946 | 5423 | 3819 |
| H13r | M1 | -835 | 36 | -31191 | 835 |
| H13r | E1 | 1222 | 1484 | 2681 | 1922 |
| H13r | E2 | -2447 | 2966 | 5462 | 3845 |
| H13r | E3 | 1346 | -1636 | 2964 | 2118 |
| H13r | E4 | -2565 | -3109 | 5730 | 4030 |
| H14 | M1 | 918 | 42 | -57025 | 919 |
| H14 | E1 | 250 | 305 | 471 | 395 |
| H14 | E2 | -6503 | 7843 | 14658 | 10188 |
| H14 | E3 | 291 | -357 | 565 | 460 |
| H14 | E4 | -6733 | -8103 | 15160 | 10535 |
| H14r | M1 | 852 | 39 | -45927 | 854 |
| H14r | E1 | 260 | 318 | 494 | 411 |
| H14r | E2 | -6486 | 7825 | 14627 | 10164 |
| H14r | E3 | 309 | -379 | 607 | 489 |
| H14r | E4 | -6705 | -8071 | 15102 | 10493 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD)

LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B

**DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS
PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL**

Rev. 0

Folha 22 de 52

7. APOIO DO MASTRO - TORRE N5SEL

7.1 Cargas máximas:

- Vertical: 85178 kgf - Hipótese 6.1 (pág. 26)
- Horizontal: 2881 kgf - Hipótese 1r (pág. 25)

7.2 Verificação:

- Pino: $\varnothing = 44 \times 650\text{mm}$ (ASTM A36)

$$F_v = 4077 \times 0,62 / 1,13 = 2237 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_v = 2881 \times 1,1 / 15,21 = 208 \text{ kgf/cm}^2 < 0,93 \times F_v = 2080 \text{ kgf/cm}^2$$

O pino deve estar com no mínimo 50 cm de engastamento no concreto.

- Base do mastro: chapa de 19mm (ASTM A36)

$$\text{Verificação esmagamento: } 2881 \times 1,1 / (1,9 \times 4,4) = 379 \text{ kgf/cm}^2 < 0,93 \times 4415 = 4106 \text{ kgf/cm}^2$$

- Calota: $\varnothing = 350\text{mm} \times 76\text{mm}$ (ASTM A36)

Carga de compressão normal a superfície do concreto:

$$F_z = 85178 \text{ kgf}$$

Concreto:

$$f_{ck} = 200 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_{cd} = 200 / 1,4 = 142,8 \text{ kgf/cm}^2$$

Verificação da pressão no concreto:

$$f_c = 85178 \times 1,1 / (\pi \times (35^2 - 4,8^2) / 4) = 99 \text{ kgf/cm}^2 < 0,93 \times 142,8 = 133 \text{ kgf/cm}^2$$

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 23 de 52 |

8. STUB PARA ESTAI - TORRE N5SEL**8.1 Materiais e Dimensões:**

• Stub

Aço ASTM A36

CH 25,4x200x850

Parafuso da manilha: Ø 28,6 mm

• Aletas Verticais

2 x L60x60x6,0

Parafusos: 3 Ø 15,9 mm

L = 35 cm

• Aletas Horizontais

4 x L60x60x6,0

Parafusos: 2 Ø 15,9 mm

L = 20 cm

• Concreto

 $f_{ck} = 200 \text{ kgf/cm}^2$ **8.2 Esforços Máximos:**

- Carga máxima nos estais: 36878 kgf, Hipótese 6.3r (página 24)
- Esforço vertical máximo (hip. 6.3r, pg. 27): $V = 30154 \times 1,1 = 33170 \text{ kgf}$
- Esforço horizontal máximo (hip. 6.3r, pg. 27): $H = 21046 \times 1,1 = 23151 \text{ kgf}$

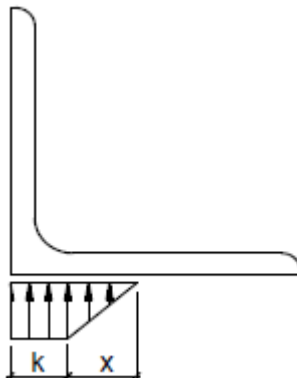
8.3 Verificação do Stub: $Ab = 46,23 \text{ cm}^2$ $An = 40,64 \text{ cm}^2$ $W = 169,2 \text{ cm}^3$ $Fa = 33170 / 46,23 + 23151 \times 10 / 169,2 = 2086 \text{ kgf/cm}^2 < 0,93 \times 2531 = 2353 \text{ kgf / cm}^2$

• Esmagamento parafuso da manilha:

 $33170 / (2,86 \times 3,2) = 4029 \text{ kgf / cm}^2 < 0,93 \times 4950 = 4603 \text{ kgf / cm}^2$

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 24 de 52 |

8.4 Verificação das Aletas Verticais:



$$x = 0,6 \times (0,93 \times 3515 / (1,19 \times 200))^{1/2} = 2,22 \text{ cm}$$

$$RA = 2 \times 1,19 \times 200 \times 35 \times (1,40 + 2,22 / 2) = 41816 \text{ kgf}$$

$$RA = 41816 \text{ kgf} > 23151 \text{ kgf}$$

- Cisalhamento do parafuso:

$$23151 / (2 \times 3 \times 1,98) = 1949 \text{ kgf} / \text{cm}^2 < 0,93 \times 2620 = 2436 \text{ kgf} / \text{cm}^2$$

- Esmagamento:

$$23151 / (2 \times 3 \times 1,59 \times 0,6) = 4045 \text{ kgf} / \text{cm}^2 < 0,93 \times 4950 = 4603 \text{ kgf} / \text{cm}^2$$

8.5 Verificação das Aletas Horizontais:

$$x = 0,6 \times (0,93 \times 3515 / (1,19 \times 200))^{1/2} = 2,22 \text{ cm}$$

$$RA = 4 \times 1,19 \times 200 \times 20 \times (1,40 + 2,22 / 2) = 47790 \text{ kgf}$$

$$RA = 47790 \text{ kgf} > 33170 \text{ kgf}$$

- Cisalhamento do parafuso:

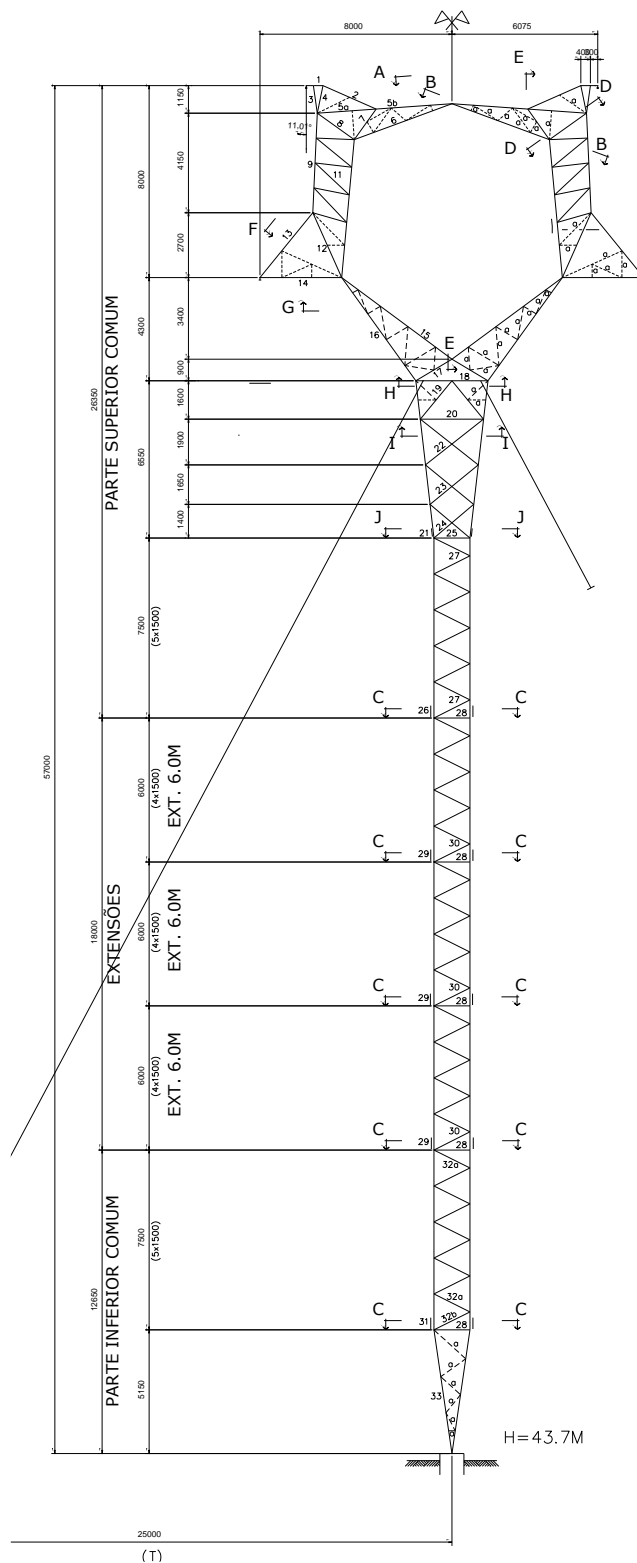
$$33170 / (2 \times 2 \times 2 \times 1,98) = 2094 \text{ kgf} / \text{cm}^2 < 0,93 \times 2620 = 2436 \text{ kgf} / \text{cm}^2$$

- Esmagamento:

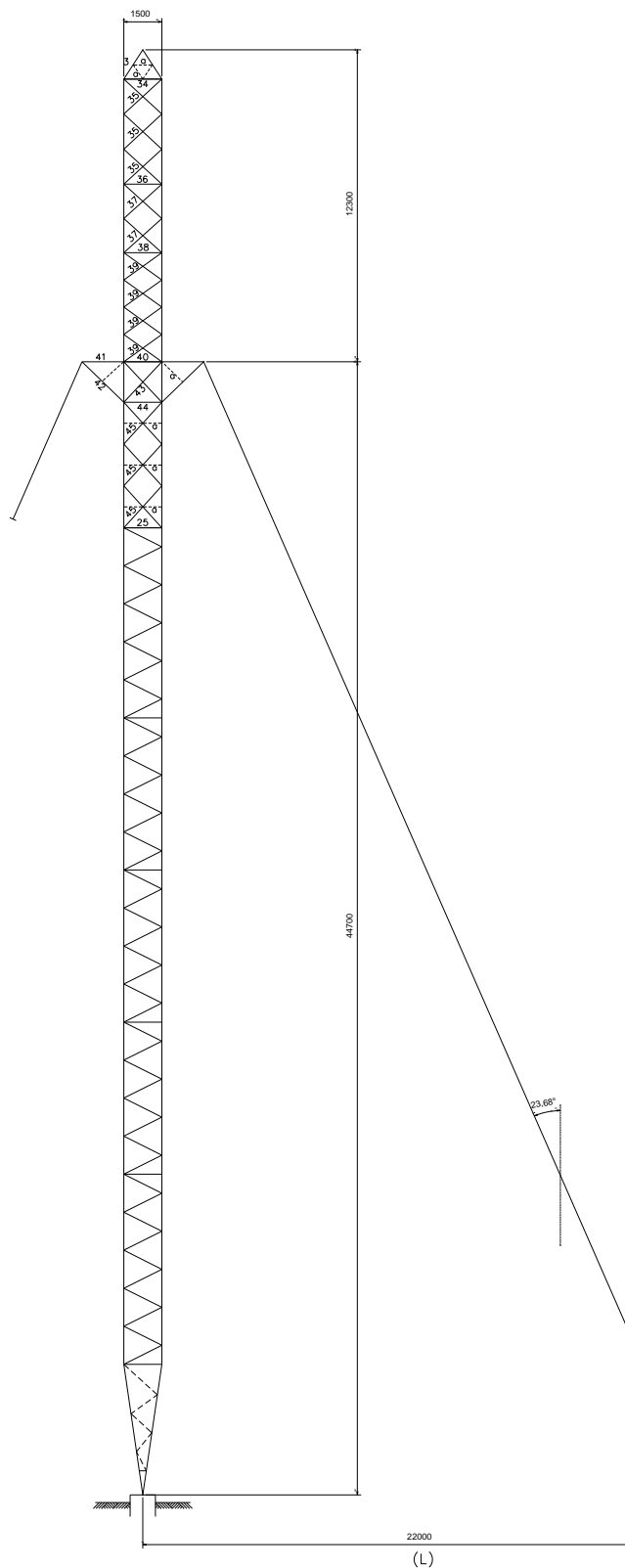
$$33170 / (2 \times 2 \times 2 \times 1,59 \times 0,6) = 4346 \text{ kgf} / \text{cm}^2 < 0,93 \times 4950 = 4603 \text{ kgf} / \text{cm}^2$$

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 25 de 52 |

9. SILHUETA - TORRE N5SEL



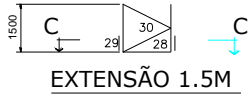
| | |
|---|----------------------------------|
| <p>LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD)</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B</p> |
| <p>DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL</p> | <p>Rev. 0 Folha 26 de 52</p> |



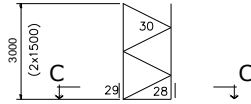
| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 27 de 52 |

EKTT 1

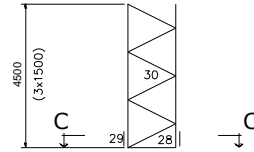
Serviços de Transmissão de
Energia Elétrica SPE S.A.



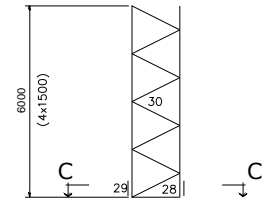
EXTENSÃO 1.5M



EXTENSÃO 3.0M



EXTENSÃO 4.5M



EXTENSÃO 6.0M

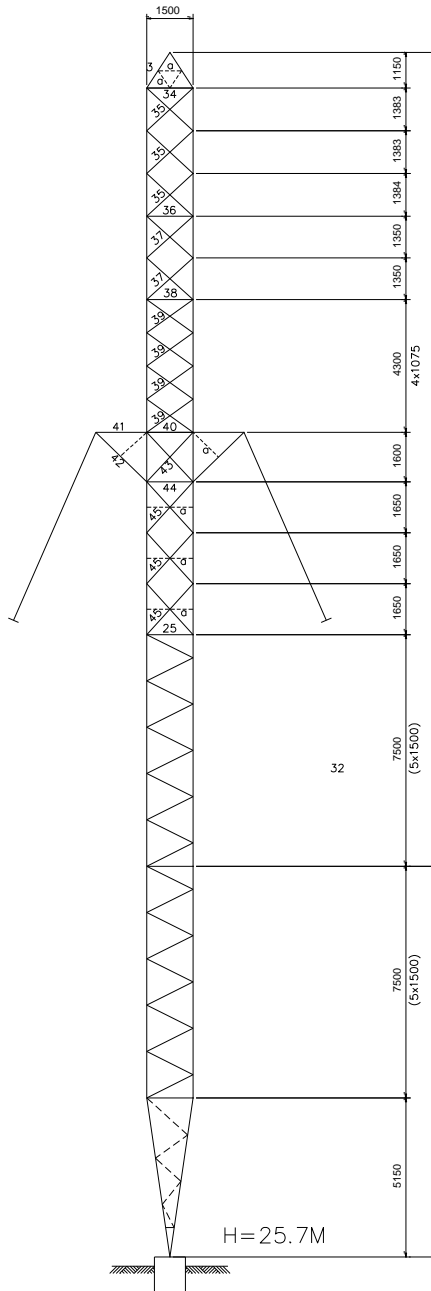
LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD)

LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B

**DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS
PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL**

Rev. 0

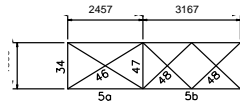
Folha 28 de 52



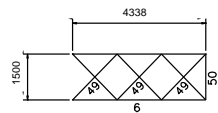
| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 29 de 52 |

EKTT 1

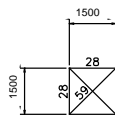
Serviços de Transmissão de
Energia Elétrica SPE S.A.



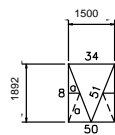
VISTA A



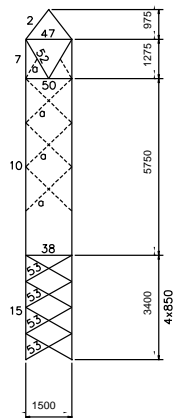
CORTE B-B



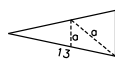
CORTE C-C



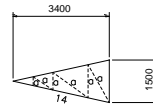
CORTE D-D



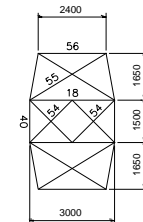
CORTE E-E



VISTA F



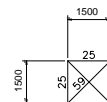
VISTA G



CORTE H-H



CORTE I-I



CORTE J-J

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD)

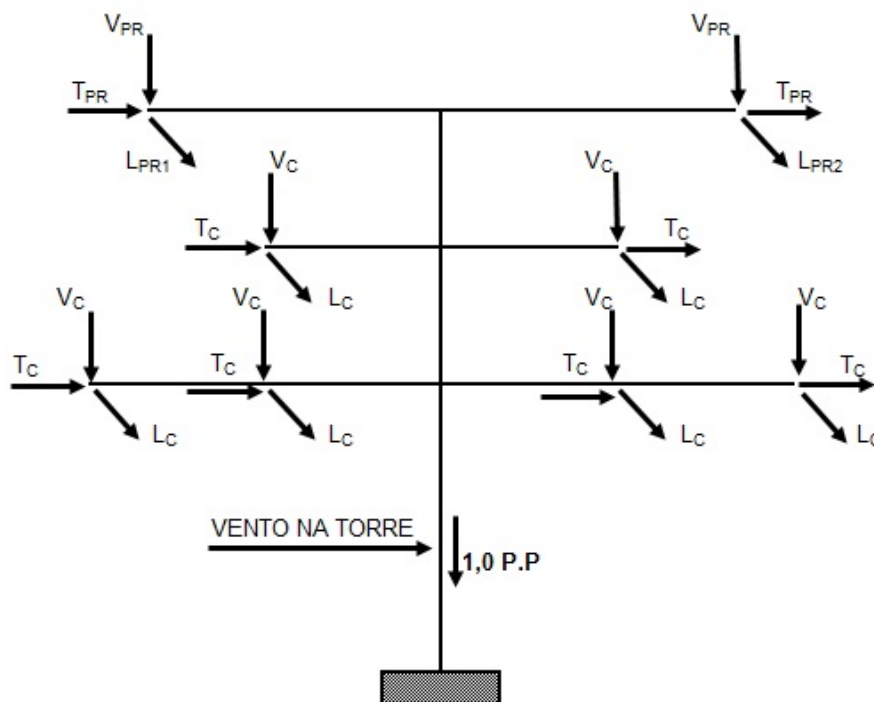
DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS
PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL

LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B

Rev. 0

Folha 30 de 52

10. HIPÓTESES DE CARGA - TORRE N5DSL



| N5DSL | | | | | | |
|----------|---------------------------|----------------|---|------------------|--------------|--|
| Hipótese | | Vento na Torre | | | Cargas (kgf) | |
| 1 | VENTO TRANSVERSAL EXTREMO | 73.5 | G _T S _{T1} C _{XT1} | T _C | 8 534 | |
| | | | | T _{PR} | 1 302 | |
| | | | | V _C | 5 377 | |
| | | | | V _{PR} | 719 | |
| | | | | L _C | 0 | |
| | | | | L _{PR1} | 666 | |
| | | | | L _{PR2} | 0 | |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 31 de 52 |

| N5DSL | | | | | |
|----------|----------------------------------|----------------|---|-------------------------------------|-------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 2 | VENTO EXTREMO A 15° | 77.2 | $G_T (0.933 S_{T1} C_{XT1} + 0.067 S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 7 980 |
| | | | | T _{PR} | 1 217 |
| | | | | V _C | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 96 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 3 | VENTO EXTREMO A 30° | 84.5 | $G_T (0.75 S_{T1} C_{XT1} + 0.25 S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 6 464 |
| | | | | T _{PR} | 981 |
| | | | | V _C | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 185 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 4 | VENTO EXTREMO A 45° | 44.1 | $G_T (S_{T1} C_{XT1} + S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 4 386 |
| | | | | T _{PR} | 658 |
| | | | | V _C | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 261 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 5 | VENTO LONGITUDINAL EXTREMO | 73.5 | $G_T S_{T2} C_{XT2}$ | T _C | 163 |
| | | | | T _{PR} | 23 |
| | | | | V _C | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 369 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 6 | LONGITUDINAL EM QUALQUER FASE | - | - | T _C | 163 |
| | | | | T _{PR} | 23 |
| | | | | V _C | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C (Cabo rompido) | 6 258 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 32 de 52 |

| N5DSL | | | | | |
|----------|---------------------------------------|----------------|--|-------------------------------------|-------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 7 | LONGITUDINAL EM QUALQUER PARA - RAIOS | - | - | T _C | 163 |
| | | | | T _{PR} | 23 |
| | | | | V _C | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 0 |
| | | | | L _{PR} (Cabo rompido) | 1 935 |
| 8 | CONSTRUÇÃO E MONTAGEM | - | - | T _C | 196 |
| | | | | T _{PR} | 27 |
| | | | | V _C | 9 347 |
| | | | | V _{PR} | 1 409 |
| | | | | L _C | 841 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 116 |
| 9 | VENTO DE TORMENTAS TRANSVERSAL | 188.1 | S _{T1} C _{XT1} | T _C | 2 952 |
| | | | | T _{PR} | 395 |
| | | | | V _C | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 0 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 10 | VENTO DE TORMENTAS A 15° | 197.5 | (0.933 S _{T1} C _{XT1} + 0.067 S _{T2} C _{XT2}) | T _C | 2 774 |
| | | | | T _{PR} | 369 |
| | | | | V _C | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 96 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 11 | VENTO DE TORMENTAS A 30° | 216.4 | (0.75 S _{T1} C _{XT1} + 0.25 S _{T2} C _{XT2}) | T _C | 0 |
| | | | | T _{PR} | 0 |
| | | | | V _C | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 186 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 33 de 52 |

| N5DSL | | | | | |
|----------|---------------------------------------|----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------|
| Hipótese | | Vento na Torre | | Cargas (kgf) | |
| 12 | VENTO DE TORMENTAS A 45° | 112.9 | $(S_{T1} C_{XT1} + S_{T2} C_{XT2})$ | T _C | 1 617 |
| | | | | T _{PR} | 206 |
| | | | | V _C | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 264 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 13 | VENTO DE TORMENTAS LONGITUDINAL | 188.1 | S _{T2} C _{XT2} | T _C | 163 |
| | | | | T _{PR} | 23 |
| | | | | V _C | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 373 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 0 |
| 14 | CONTENÇÃO DE CASCATA | - | - | T _C | 163 |
| | | | | T _{PR} | 23 |
| | | | | V _C | 5 377 |
| | | | | V _{PR} | 719 |
| | | | | L _C | 3 269 |
| | | | | L _{PR1} = L _{PR2} | 968 |

11. DIMENSIONAMENTO - TORRE N5DSL**11.1 Propriedade dos materiais**

Perfis e chapas:

| Aço | Nomenclatura | Fy (kgf/cm ²) | Fu (kgf/cm ²) | Esmagamento (kgf/cm ²) |
|----------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| ASTM A-36 | Chapas | 2530 | 4077 | 4415 |
| ASTM A-572 Gr 50 (H) | Perfilados | 3515 | 4570 | 4950 |
| ASTM A-572 Gr 60 (G) | Perfilados | 4218 | 5273 | 5712 |

Parafusos

Conforme ASTM A-394 tipo 0

Fv = 2620 kgf/cm² – resistência ao cisalhamento

| Numeração | Perfil | Tipo de aço | Compressão | | Área Bruta (cm ²) | Área Líquida (cm ²) | Comprimento da barra (cm) | rx/ry/rz (cm) | Curva ASCE | Esbeltez Efetiva kl/r | Tração | | Nº / Diam (mm) parafusos | Resistência da ligação | | Utilização | | |
|-----------|-------------|-------------|-------------|------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------|------------|-----------------------|-------------|------|--------------------------|------------------------|-------------------|------------|------|------|
| | | | Força (kgf) | Hip. | | | | | | | Força (kgf) | Hip. | | Cisalhamento (kgf) | Esmagamento (kgf) | | | |
| 1 | 90 X 7.0 | H | -28801 | 1 | 12.20 | 8.98 | 240 | 2.75 | 1 | 87 | 23441 | 1 | 6 | 20 | 1528 | 3429 | 0.90 | |
| 2 | 100 X 10.0 | H | -52577 | 1 | 19.20 | 14.60 | 140 | 1.95 | 1 | 72 | 41667 | 1 | 8 | 20 | 2092 | 3286 | 0.89 | |
| 3 | 152 X 12.7 | H | -104846 | 1 | 37.10 | 31.26 | 230 | 4.72 | 1 | 49 | 94462 | 1 | 8 | 20* | 2086 | 5160 | 0.77 | |
| 10 | 90 X 6.0 | H | -19184 | 6A | 10.55 | 8.97 | 206 | 2.76 | 2 | 75 | 6762 | 6A | 3 | 20 | 2035 | 5329 | 0.75 | |
| 11 | 2L 50 X 4.0 | H | -3457 | 8 | 7.80 | 6.28 | 361 | 2.32 | 4 | 155 | - | - | 2 | 16 | ** | 430 | 1350 | 0.53 |
| 12 | 65 X 5.0 | H | -1510 | 7A | 6.31 | 5.36 | 377 | 1.98 | 4 | 190 | 16047 | 8 | 4 | 16 | 1995 | 5015 | 0.43 | |
| 13 | 75 X 5.0 | H | -9103 | 7A | 7.36 | 6.26 | 162 | 1.49 | 2 | 109 | 10180 | 7B | 3 | 16 | 1688 | 4242 | 0.77 | |
| 15 | 100 X 7.0 | H | -31515 | 6D | 13.70 | 11.65 | 212 | 3.10 | 2 | 68 | 15901 | 6D | 4 | 20 | 2508 | 5628 | 0.87 | |
| 16 | 100 X 7.0 | H | -24413 | 6D | 13.70 | 11.65 | 116 | 1.97 | 2 | 59 | 16173 | 6D | 3 | 20 | 2590 | 5813 | 0.63 | |
| 17 | 90 X 6.0 | H | -3091 | 6D | 10.55 | 8.97 | 437 | 2.76 | 4 | 158 | 25985 | 8 | 4 | 20 | 2068 | 5414 | 0.36 | |
| 18 | 75 X 6.0 | H | -3325 | 6D | 8.75 | 7.37 | 253 | 1.47 | 4 | 172 | 12723 | 8 | 2 | 20 | 2025 | 5301 | 0.56 | |
| 20 | 50 X 3.0 | H | -406 | 1 | 2.96 | 2.39 | 195 | 0.99 | 4 | 197 | 273 | 1 | 1 | 16 | 202 | 846 | 0.26 | |
| 21 | 50 X 3.0 | H | -569 | 6F | 2.96 | 2.39 | 173 | 0.99 | 4 | 175 | 479 | 6F | 1 | 16 | 283 | 1186 | 0.29 | |
| 22 | 50 X 3.0 | H | -607 | 6E | 2.96 | 2.39 | 172 | 0.99 | 4 | 174 | 727 | 6F | 1 | 16 | 362 | 1515 | 0.31 | |
| 23 | 45 X 3.0 | H | -771 | 6F | 2.66 | 2.09 | 132 | 0.89 | 4 | 148 | 771 | 6F | 1 | 16 | 383 | 1606 | 0.32 | |
| 24 | 60 X 4.0 | H | -496 | 6F | 4.72 | 3.96 | 86 | 1.19 | 3 | 72 | 703 | 6E | 1 | 16 | 350 | 1099 | 0.05 | |
| 25 | 45 X 3.0 | H | -1532 | 6E | 2.66 | 2.09 | 152 | 0.89 | 4 | 171 | 1088 | 6F | 1 | 16 | 762 | 3192 | 0.84 | |
| 26 | 45 X 3.0 | H | -1462 | 6F | 2.66 | 2.09 | 96 | 0.89 | 2 | 108 | 2058 | 6E | 1 | 16 | 1024 | 4288 | 0.34 | |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 36 de 52 |

| Numeração | Perfil | Tipo de aço | Compressão | | Área Bruta (cm ²) | Área Líquida (cm ²) | Comprimento da barra (cm) | rx/ry/rz (cm) | Curva ASCE | Esbeltez Efetiva kl/r | Tração | | Nº / Diam (mm) parafusos | Resistência da ligação | | Utilização | | |
|-----------|---------------|-------------|-------------|------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------|------------|-----------------------|-------------|------|--------------------------|------------------------|-------------------|------------|------|------|
| | | | Força (kgf) | Hip. | | | | | | | Força (kgf) | Hip. | | Cisalhamento (kgf) | Esmagamento (kgf) | | | |
| 27 | 45 X 3.0 | H | -2589 | 6E | 2.66 | 2.09 | 62 | 0.89 | 2 | 69 | 1823 | 6F | 1 | 16 | 1287 | 5393 | 0.37 | |
| 28 | 60 X 4.0 | H | - | - | 4.72 | 3.96 | 354 | 1.84 | 4 | 192 | 4983 | 8 | 2 | 16 | 1239 | 3893 | 0.00 | |
| 29 | 65 X 6.0 | H | -5848 | 8 | 7.48 | 6.34 | 284 | 1.98 | 4 | 143 | - | - | 2 | 16 | 1454 | 3046 | 0.80 | |
| 30 | 60 X 4.0 | H | - | - | 4.72 | 3.96 | 190 | 1.19 | 4 | 159 | 34 | 6D | 1 | 16 | 17 | 53 | 0.00 | |
| 31 | 60 X 4.0 | G | -76 | 14 | 4.72 | 3.96 | 225 | 1.19 | 4 | 189 | 3704 | 8 | 1 | 16 | 1842 | 5788 | 0.03 | |
| 32 | 60 X 5.0 | G | -4116 | 8 | 5.81 | 4.86 | 184 | 1.18 | 4 | 156 | 119 | 14 | 1 | 16 | 2047 | 5145 | 0.86 | |
| 33 | 60 X 4.0 | G | -237 | 14 | 4.72 | 3.96 | 171 | 1.19 | 4 | 144 | 5268 | 8 | 2 | 16 | 1310 | 4116 | 0.05 | |
| 34 | 60 X 4.0 | G | -5441 | 8 | 4.72 | 3.96 | 128 | 1.19 | 3 | 108 | 280 | 14 | 2 | 16 | 1353 | 4251 | 0.75 | |
| 35 | 60 X 4.0 | G | - | - | 4.72 | 3.96 | 100 | 1.19 | 3 | 84 | 1714 | 4 | 1 | 16 | 852 | 2678 | 0.00 | |
| 36 | 50 X 4.0 | G | -528 | 4 | 3.90 | 3.14 | 59 | 0.98 | 3 | 60 | - | - | 1 | 16 | 262 | 824 | 0.06 | |
| 37 | 2L 100 X 12.0 | G | -434 | 1 | 45.40 | 38.59 | 61 | 3.03 | 3 | 20 | 168 | 4 | 4 | 20 | ** | 35 | 45 | 0.00 |
| 38 | 50 X 4.0 | G | - | - | 3.90 | 3.14 | 58 | 0.98 | 2 | 59 | 972 | 4 | 1 | 16 | 483 | 1518 | 0.00 | |
| 40 | 60 X 4.0 | G | -16 | 14 | 4.72 | 3.96 | 207 | 1.19 | 4 | 174 | 4948 | 8 | 2 | 16 | 1231 | 3866 | 0.00 | |
| 41 | 50 X 4.0 | G | -2060 | 8 | 3.90 | 3.14 | 165 | 0.98 | 4 | 169 | - | - | 1 | 16 | 1025 | 3219 | 0.75 | |
| 42 | 65 X 4.0 | G | -4194 | 6B | 5.13 | 4.36 | 174 | 1.30 | 4 | 134 | 3419 | 14 | 2 | 16 | 1043 | 3277 | 0.73 | |
| 43 | 75 X 5.0 | G | -7481 | 6C | 7.36 | 6.26 | 199 | 1.49 | 4 | 134 | 7479 | 6C | 2 | 16 | 1860 | 4675 | 0.91 | |
| 44 | 90 X 7.0 | H | -97 | 8 | 12.20 | 10.37 | 282 | 1.77 | 4 | 159 | 4855 | 1 | 2 | 16 | 1207 | 2167 | 0.01 | |
| 47 | 65 X 4.0 | H | -2875 | 1 | 5.13 | 4.36 | 212 | 1.30 | 4 | 163 | 2205 | 1 | 1 | 16 | 1430 | 4493 | 0.74 | |
| 50 | 65 X 5.0 | H | -1393 | 7A | 6.31 | 5.36 | 240 | 1.29 | 4 | 186 | 15721 | 8 | 4 | 16 | 1955 | 4913 | 0.38 | |
| 51 | 75 X 5.0 | H | -9610 | 8 | 7.36 | 6.26 | 160 | 1.49 | 2 | 107 | 10615 | 8 | 3 | 16 | 1760 | 4423 | 0.79 | |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 37 de 52 |

| Numeração | Perfil | Tipo de aço | Compressão | | Área Bruta (cm ²) | Área Líquida (cm ²) | Comprimento da barra (cm) | rx/ry/rz (cm) | Curva ASCE | Esbeltez Efetiva kl/r | Tração | | Nº / Diam (mm) parafusos | Resistência da ligação | | Utilização | | |
|-----------|-------------|-------------|-------------|------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------|------------|-----------------------|-------------|------|--------------------------|------------------------|-------------------|------------|------|------|
| | | | Força (kgf) | Hip. | | | | | | | Força (kgf) | Hip. | | Cisalhamento (kgf) | Esmagamento (kgf) | | | |
| 52 | 90 X 6.0 | H | -16158 | 8 | 10.55 | 8.97 | 247 | 2.76 | 3 | 89 | 5996 | 6A | 4 | 16 | 2009 | 4208 | 0.83 | |
| 53 | 75 X 5.0 | H | -9165 | 1 | 7.36 | 6.26 | 167 | 1.49 | 3 | 112 | 9119 | 1 | 2 | 16 | 2279 | 5728 | 0.83 | |
| 54 | 75 X 5.0 | H | -8975 | 1 | 7.36 | 6.26 | 174 | 1.49 | 2 | 117 | 9019 | 1 | 2 | 16 | 2243 | 5637 | 0.84 | |
| 55 | 75 X 5.0 | H | -8648 | 1 | 7.36 | 6.26 | 177 | 1.49 | 2 | 119 | 8605 | 1 | 2 | 16 | 2151 | 5405 | 0.83 | |
| 56 | 75 X 5.0 | H | -8411 | 1 | 7.36 | 6.26 | 183 | 1.49 | 4 | 123 | 8451 | 1 | 2 | 16 | 2102 | 5282 | 0.86 | |
| 57 | 2L 60 X 4.0 | H | -590 | 6C | 9.44 | 7.92 | 273 | 1.84 | 4 | 148 | 26229 | 8 | 4 | 16 | ** | 1631 | 5123 | 0.07 |
| 58 | 100 X 6.0 | H | -17480 | 8 | 11.65 | 9.90 | 200 | 1.97 | 2 | 102 | 18029 | 8 | 3 | 20 | 1913 | 5008 | 0.85 | |
| 59 | 100 X 10.0 | H | -32570 | 6C | 19.20 | 16.32 | 141 | 1.95 | 3 | 72 | 13402 | 6C | 4 | 20 | 2592 | 4071 | 0.78 | |
| 60 | 100 X 7.0 | H | -20825 | 1 | 13.70 | 11.65 | 174 | 1.97 | 3 | 88 | 20690 | 1 | 3 | 20 | 2210 | 4958 | 0.82 | |
| 61 | 100 X 7.0 | H | -20795 | 1 | 13.70 | 11.65 | 184 | 1.97 | 2 | 93 | 20927 | 1 | 3 | 20 | 2220 | 4983 | 0.75 | |
| 62 | 100 X 7.0 | H | -20559 | 1 | 13.70 | 11.65 | 190 | 1.97 | 2 | 96 | 20425 | 1 | 3 | 20 | 2181 | 4895 | 0.78 | |
| 75 | 60 X 4.0 | H | -3826 | 8 | 4.72 | 3.96 | 240 | 1.84 | 4 | 130 | 846 | 5 | 1 | 16 | 1903 | 5979 | 0.68 | |
| 76 | 50 X 4 | H | -1987 | 14 | 3.90 | 3.14 | 235 | 1.52 | 4 | 155 | 1967 | 14 | 1 | 16 | 988 | 3105 | 0.61 | |
| 77 | 65 X 4 | H | -730 | 1 | 5.13 | 4.36 | 247 | 1.99 | 4 | 124 | 4403 | 8 | 2 | 16 | 1095 | 3440 | 0.11 | |
| 78 | 75 X 5 | H | -7097 | 6B | 7.36 | 6.26 | 169 | 1.49 | 2 | 113 | 7628 | 6B | 2 | 16 | 1897 | 4767 | 0.63 | |
| 79 | 75 X 5 | H | -7462 | 6B | 7.36 | 6.26 | 175 | 1.49 | 2 | 118 | 6942 | 6B | 2 | 16 | 1856 | 4664 | 0.71 | |
| 80 | 75 X 5 | H | -6782 | 6B | 7.36 | 6.26 | 181 | 1.49 | 4 | 122 | 7289 | 6B | 2 | 16 | 1813 | 4555 | 0.68 | |
| 81 | 75 X 5 | H | -7033 | 6B | 7.36 | 6.26 | 180 | 1.49 | 4 | 121 | 6542 | 6B | 2 | 16 | 1749 | 4396 | 0.70 | |
| 82 | 60 X 4 | H | -3533 | 8 | 4.72 | 3.96 | 273 | 1.84 | 4 | 148 | 1366 | 13 | 1 | 16 | 1757 | 5520 | 0.81 | |
| 83 | 75 X 5 | H | -7381 | 14 | 7.36 | 6.26 | 197 | 1.49 | 4 | 132 | 6856 | 14 | 2 | 16 | 1835 | 4613 | 0.87 | |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 38 de 52 |

EKTT 1

Serviços de Transmissão de
Energia Elétrica SPE S.A.



| Numeração | Perfil | Tipo de aço | Compressão | | Área Bruta (cm ²) | Área Líquida (cm ²) | Comprimento da barra (cm) | rx/ry/rz (cm) | Curva ASCE | Esbeltez Efetiva kl/r | Tração | | Nº / Diam (mm) parafusos | Resistência da ligação | | Utilização | | |
|-----------|------------|-------------|-------------|------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------|------------|-----------------------|-------------|------|--------------------------|------------------------|-------------------|------------|------|------|
| | | | Força (kgf) | Hip. | | | | | | | Força (kgf) | Hip. | | Cisalhamento (kgf) | Esmagamento (kgf) | | | |
| 84 | 75 X 5 | H | -2172 | 4 | 7.36 | 6.26 | 278 | 1.49 | 4 | 186 | 231 | 1 | 1 | 16 | 1080 | 2715 | 0.51 | |
| 85 | 75 X 5 | H | -6070 | 14 | 7.36 | 6.26 | 197 | 1.49 | 4 | 132 | 8637 | 14 | 2 | 16 | 2148 | 5398 | 0.71 | |
| 86 | 90 X 7 | H | -7655 | 14 | 12.20 | 10.37 | 141 | 1.77 | 3 | 80 | 11022 | 14 | 2 | 16 | 2741 | 4921 | 0.31 | |
| 87 | 75 X 8 | H | -13066 | 14 | 11.50 | 9.66 | 179 | 1.46 | 4 | 123 | 12686 | 14 | 2 | 20 | 2079 | 4083 | 0.85 | |
| 88 | 75 X 8 | H | -12482 | 14 | 11.50 | 9.66 | 185 | 1.46 | 4 | 127 | 12852 | 14 | 2 | 20 | 2045 | 4016 | 0.87 | |
| 89 | 90 X 6 | H | -12891 | 14 | 10.55 | 8.97 | 191 | 1.77 | 3 | 108 | 12516 | 14 | 2 | 20 | 2052 | 5371 | 0.79 | |
| 90 | 90 X 6 | H | -14049 | 1 | 10.55 | 8.97 | 300 | 2.76 | 3 | 109 | 13184 | 1 | 2 | 20 | 2236 | 5854 | 0.87 | |
| 119 | 152 X 15.9 | H | -118361 | 1 | 45.87 | 38.56 | 112 | 3.00 | 1 | 37 | 107205 | 1 | 8 | 20 | * | 2355 | 4653 | 0.66 |
| 121 | 152 X 15.9 | H | -127364 | 1 | 45.87 | 38.56 | 117 | 3.00 | 1 | 39 | 115958 | 1 | 10 | 20 | * | 2027 | 4005 | 0.72 |
| 122 | 152 X 15.9 | H | -134745 | 1 | 45.87 | 38.56 | 147 | 3.00 | 1 | 49 | 121318 | 1 | 10 | 20 | * | 2145 | 4237 | 0.80 |
| 123 | 152 X 15.9 | H | -144954 | 1 | 45.87 | 38.56 | 122 | 3.00 | 1 | 41 | 131013 | 1 | 10 | 20 | * | 2307 | 4558 | 0.82 |
| 124 | 152 X 19.1 | H | -153531 | 1 | 54.45 | 45.66 | 152 | 2.97 | 1 | 51 | 136842 | 1 | 12 | 20 | * | 2036 | 3349 | 0.77 |
| 125 | 152 X 19.1 | H | -150640 | 1 | 54.45 | 45.66 | 119 | 2.97 | 1 | 40 | 133884 | 1 | 12 | 20 | * | 1998 | 3286 | 0.72 |
| 126 | 152 X 19.1 | H | -159424 | 1 | 54.45 | 45.66 | 127 | 2.97 | 1 | 43 | 139813 | 1 | 12 | 20 | * | 2114 | 3478 | 0.77 |
| 127 | 152 X 19.1 | H | -148687 | 1 | 54.45 | 45.66 | 132 | 2.97 | 1 | 44 | 131858 | 1 | 12 | 20 | * | 1972 | 3244 | 0.72 |
| 128 | 152 X 19.1 | H | -159041 | 1 | 54.45 | 45.66 | 152 | 2.97 | 1 | 51 | 140270 | 1 | 12 | 20 | * | 2109 | 3469 | 0.80 |
| 129 | 152 X 19.1 | H | -162125 | 1 | 54.45 | 45.66 | 127 | 2.97 | 1 | 43 | 141331 | 1 | 12 | 20 | * | 2150 | 3537 | 0.78 |
| 130 | 152 X 19.1 | H | -153760 | 1 | 54.45 | 45.66 | 132 | 2.97 | 1 | 44 | 134665 | 1 | 12 | 20 | * | 2039 | 3354 | 0.75 |
| 131 | 152 X 19.1 | H | -163566 | 1 | 54.45 | 45.66 | 152 | 2.97 | 1 | 51 | 142864 | 1 | 12 | 20 | * | 2169 | 3568 | 0.82 |
| 132 | 152 X 19.1 | H | -166104 | 1 | 54.45 | 45.66 | 127 | 2.97 | 1 | 43 | 143246 | 1 | 12 | 20 | * | 2203 | 3624 | 0.80 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD)

LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL

Rev. 0

Folha 39 de 52

| Numeração | Perfil | Tipo de aço | Compressão | | Área Bruta (cm ²) | Área Líquida (cm ²) | Comprimento da barra (cm) | rx/ry/rz (cm) | Curva ASCE | Esbeltez Efetiva kl/r | Tração | | Nº / Diam (mm) parafusos | Resistência da ligação | | Utilização | | |
|-----------|-------------|-------------|-------------|------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------|------------|-----------------------|-------------|------|--------------------------|------------------------|-------------------|------------|------|------|
| | | | Força (kgf) | Hip. | | | | | | | Força (kgf) | Hip. | | Cisalhamento (kgf) | Esmagamento (kgf) | | | |
| 133 | 152 X 19.1 | H | -166266 | 1 | 54.45 | 45.66 | 152 | 2.97 | 1 | 51 | 143084 | 1 | 12 | 20 | * | 2205 | 3627 | 0.84 |
| 135 | 90 X 6.0 | H | -12937 | 14 | 10.55 | 8.97 | 300 | 2.76 | 3 | 109 | 8386 | 14 | 3 | 16 | | 2145 | 4492 | 0.80 |
| 136 | 75 X 5.0 | H | -12572 | 14 | 7.36 | 6.26 | 198 | 2.31 | 3 | 86 | 12512 | 14 | 3 | 16 | | 2084 | 5238 | 0.90 |
| 137 | 75 X 5.0 | H | -10456 | 14 | 7.36 | 6.26 | 231 | 2.31 | 2 | 100 | 10467 | 14 | 3 | 16 | | 1735 | 4361 | 0.78 |
| 138 | 75 X 7.0 | H | -9034 | 14 | 10.10 | 8.59 | 280 | 2.28 | 4 | 123 | 8961 | 14 | 2 | 16 | | 2247 | 4033 | 0.67 |
| 139 | 75 X 7.0 | H | -8649 | 14 | 10.10 | 8.59 | 334 | 2.28 | 4 | 147 | 8645 | 14 | 2 | 16 | | 2151 | 3861 | 0.90 |
| 141 | 90 X 6.0 | H | -8303 | 14 | 10.55 | 8.97 | 410 | 2.76 | 4 | 148 | 8156 | 14 | 2 | 16 | | 2065 | 4324 | 0.86 |
| 142 | 90 X 6.0 | H | -6616 | 14 | 10.55 | 8.97 | 424 | 2.76 | 4 | 154 | 6646 | 14 | 2 | 16 | | 1653 | 3462 | 0.74 |
| 151 | 100 X 6.0 | H | -6396 | 14 | 11.65 | 9.90 | 519 | 3.12 | 4 | 166 | 6218 | 14 | 2 | 16 | | 1591 | 3331 | 0.75 |
| 152 | 75 X 6.0 | H | -8649 | 14 | 8.75 | 7.44 | 311 | 2.29 | 4 | 136 | 8492 | 14 | 2 | 16 | | 2151 | 4505 | 0.90 |
| 153 | 90 X 6.0 | H | -4204 | 14 | 10.55 | 8.97 | 516 | 2.76 | 4 | 187 | 4153 | 14 | 1 | 16 | | 2091 | 4380 | 0.69 |
| 154 | 75 X 6.0 | H | -8424 | 1 | 8.75 | 7.44 | 311 | 2.29 | 4 | 136 | 8293 | 1 | 2 | 16 | | 2095 | 4388 | 0.89 |
| 155 | 100 X 6.0 | H | -3956 | 1 | 11.65 | 9.90 | 580 | 3.12 | 4 | 186 | 3887 | 1 | 1 | 16 | | 1968 | 4121 | 0.59 |
| 160 | 65 X 5.0 | H | -4030 | 1 | 6.31 | 5.36 | 190 | 1.29 | 4 | 147 | 3804 | 1 | 1 | 16 | | 2005 | 5038 | 0.69 |
| 162 | 2L 60 X 4.0 | H | -5428 | 1 | 9.44 | 7.92 | 394 | 2.69 | 4 | 147 | 5741 | 1 | 1 | 16 | ** | 1428 | 4485 | 0.62 |
| 163 | 2L 60 X 4.0 | H | -10735 | 1 | 9.44 | 7.92 | 263 | 2.69 | 1 | 98 | 10698 | 1 | 2 | 16 | ** | 1335 | 4193 | 0.54 |
| 165 | 75 X 5.0 | H | -3169 | 10 | 7.36 | 6.26 | 228 | 1.49 | 4 | 153 | 2922 | 10 | 1 | 16 | | 1576 | 3961 | 0.50 |
| 167 | 2L 50 X 4.0 | H | -3904 | 1 | 7.80 | 6.28 | 394 | 2.32 | 4 | 170 | 4266 | 11 | 1 | 16 | ** | 1061 | 3333 | 0.72 |
| 168 | 2L 60 X 4.0 | H | -11075 | 10 | 9.44 | 7.92 | 295 | 2.69 | 1 | 110 | 10900 | 10 | 2 | 16* | ** | 1377 | 4326 | 0.71 |
| 170 | 90 X 6.0 | H | -5781 | 10 | 10.55 | 8.97 | 267 | 1.77 | 4 | 151 | 5584 | 10 | 2 | 16 | | 1438 | 3011 | 0.62 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 40 de 52 |

EKTT 1

Serviços de Transmissão de
Energia Elétrica SPE S.A.



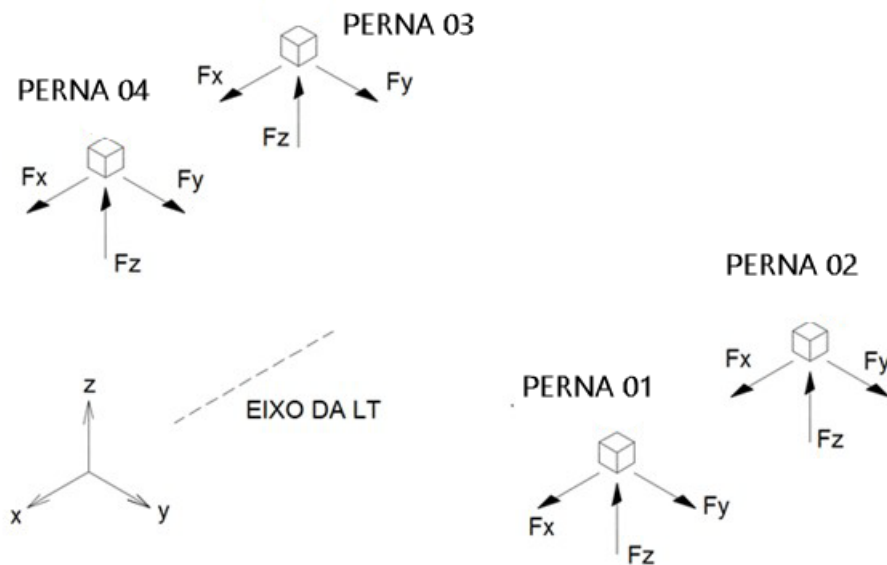
| Numeração | Perfil | Tipo de aço | Compressão | | Área Bruta (cm ²) | Área Líquida (cm ²) | Comprimento da barra (cm) | rx/ry/rz (cm) | Curva ASCE | Esbeltez Efetiva kl/r | Tração | | Nº / Diam (mm) parafusos | Resistência da ligação | | Utilização | | |
|-----------|-------------|-------------|-------------|------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------|------------|-----------------------|-------------|------|--------------------------|------------------------|-------------------|------------|------|------|
| | | | Força (kgf) | Hip. | | | | | | | Força (kgf) | Hip. | | Cisalhamento (kgf) | Esmagamento (kgf) | | | |
| 172 | 2L 50 X 4.0 | H | -4129 | 10 | 7.80 | 6.28 | 394 | 2.32 | 4 | 170 | 4277 | 10 | 1 | 16 | ** | 1064 | 3341 | 0.76 |
| 173 | 2L 65 X 5.0 | H | -12909 | 10 | 12.62 | 10.72 | 341 | 3.01 | 1 | 113 | 12610 | 10 | 2 | 16 | ** | 1605 | 4034 | 0.65 |
| 180 | 90 X 6.0 | H | -13466 | 10 | 10.55 | 8.97 | 290 | 2.76 | 2 | 105 | 13022 | 10 | 3 | 16 | | 2232 | 4676 | 0.75 |
| 181 | 90 X 6.0 | H | -12760 | 10 | 10.55 | 8.97 | 290 | 2.76 | 2 | 105 | 12296 | 10 | 3 | 16 | | 2115 | 4431 | 0.71 |
| 182 | 90 X 6.0 | H | -11959 | 10 | 10.55 | 8.97 | 290 | 2.76 | 2 | 105 | 11473 | 10 | 3 | 16 | | 1983 | 4152 | 0.67 |
| 183 | 75 X 7.0 | H | -11042 | 10 | 10.10 | 8.59 | 293 | 2.28 | 4 | 128 | 10548 | 10 | 2 | 16 | | 2746 | 4930 | 0.89 |
| 184 | 75 X 7.0 | H | -10028 | 10 | 10.10 | 8.59 | 300 | 2.28 | 4 | 132 | 9536 | 10 | 2 | 16 | | 2494 | 4477 | 0.86 |
| 185 | 100 X 7.0 | H | -8990 | 10 | 13.70 | 11.65 | 481 | 3.10 | 4 | 155 | 8509 | 10 | 2 | 16 | | 2236 | 4013 | 0.78 |
| 186 | 90 X 6.0 | H | -8581 | 14 | 10.55 | 8.97 | 386 | 2.76 | 4 | 140 | 7945 | 1 | 2 | 16 | | 2134 | 4469 | 0.79 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 41 de 52 |

12. CARGAS NAS FUNDAÇÕES - TORRE N5DSL

CARGAS TRADICIONAIS

As cargas indicadas a seguir são críticas, isto é, já estão multiplicadas pelos respectivos coeficientes de segurança embutidos no cálculo das cargas das respectivas hipóteses de carregamento, mas não incluem nenhum coeficiente de segurança adicional.



Legenda:

F_x - Horizontal longitudinal positiva na direção da LT

F_y - Horizontal transversal positiva

F_z - Vertical positiva

Torre com extensão de 18,0m e pernas de 1,5m/10,5m

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 42 de 52 |

TORRE NSDSL – EXTENSÃO 18.0m – PERNAS DESNIVELADAS

| HIP | PERNA 1 (10.5M) | | | PERNA 2 (1.5M) | | | PERNA 3 (10.5M) | | | PERNA 4 (10.5M) | | |
|-----|-----------------|--------|--------|----------------|--------|--------|-----------------|--------|--------|-----------------|--------|--------|
| | VERT | TRANSV | LONGIT | VERT | TRANSV | LONGIT | VERT | TRANSV | LONGIT | VERT | TRANSV | LONGIT |
| 1 | -147587 | -22708 | -18676 | -163156 | -27686 | 21712 | 138607 | -20198 | -18088 | 114527 | -18476 | 14285 |
| 1R | -144035 | -22146 | -18226 | -159126 | -26958 | 21185 | 144081 | -20833 | -18782 | 120493 | -19131 | 15055 |
| 1 | -94187 | -14732 | -12035 | -102256 | -18446 | 13308 | 85238 | -12925 | -10910 | 69447 | -11564 | 8870 |
| 1R | -89882 | -14478 | -11486 | -96889 | -18267 | 12615 | 84623 | -13002 | -10828 | 69902 | -11920 | 8933 |
| 2 | -148355 | -22724 | -19405 | -149516 | -26078 | 18298 | 138082 | -20179 | -18768 | 102180 | -16815 | 11958 |
| 2R | -144803 | -22162 | -18955 | -145486 | -25349 | 17770 | 143556 | -20813 | -19461 | 108147 | -17470 | 12728 |
| 2 | -98009 | -15349 | -13041 | -93382 | -17151 | 10874 | 88477 | -13296 | -12276 | 61158 | -10632 | 6859 |
| 2R | -93704 | -15095 | -12492 | -88015 | -16971 | 10181 | 87862 | -13374 | -12195 | 61613 | -10987 | 6920 |
| 3 | -141164 | -21713 | -19112 | -118193 | -21685 | 12677 | 127288 | -18672 | -18319 | 74460 | -13179 | 7482 |
| 3R | -137611 | -21152 | -18662 | -114165 | -20957 | 12150 | 132762 | -19307 | -19012 | 80427 | -13835 | 8252 |
| 3 | -99833 | -15480 | -13920 | -73882 | -14482 | 6705 | 88305 | -13212 | -13143 | 43654 | -8291 | 3731 |
| 3R | -95528 | -15226 | -13371 | -68516 | -14302 | 6012 | 87690 | -13290 | -13061 | 44109 | -8646 | 3792 |
| 4 | -124491 | -19064 | -17565 | -74163 | -14918 | 5529 | 105471 | -15468 | -16351 | 35575 | -7688 | 1685 |
| 4R | -120939 | -18501 | -17114 | -70133 | -14189 | 5000 | 110945 | -16102 | -17044 | 41541 | -8343 | 2456 |
| 4 | -95851 | -14463 | -14008 | -45751 | -9990 | 1549 | 81356 | -11986 | -13049 | 18489 | -4564 | -281 |
| 4R | -91547 | -14209 | -13459 | -40384 | -9812 | 857 | 80741 | -12063 | -12966 | 18944 | -4920 | -219 |
| 5 | -58877 | -7618 | -9604 | 26641 | 3373 | -8556 | 28275 | -3568 | -6766 | -53647 | 6777 | -10014 |
| 5R | -54501 | -7069 | -9047 | 31763 | 4045 | -9218 | 32658 | -4123 | -7323 | -48506 | 6110 | -9353 |
| 5 | -55847 | -6464 | -9315 | 23825 | 3745 | -8515 | 33997 | -4074 | -7285 | -43730 | 6275 | -8533 |
| 5R | -51131 | -6217 | -8713 | 29738 | 3896 | -9274 | 32837 | -4112 | -7135 | -43689 | 5915 | -8527 |
| 6A | -30323 | -4573 | -3436 | -2594 | 696 | 1958 | 1598 | 170 | -792 | -26287 | 2670 | -3954 |
| 6AR | -25944 | -4020 | -2880 | 2529 | 1363 | 1291 | 5976 | -385 | -1345 | -21146 | 2005 | -3289 |
| 6A | -21583 | -4039 | -2322 | 8276 | 1089 | 556 | -1355 | 242 | -407 | -27094 | 2189 | -4050 |
| 6AR | -21922 | -3736 | -2368 | 7486 | 1608 | 650 | 4186 | -276 | -1113 | -21995 | 1885 | -3394 |
| 6B | -29060 | -3046 | -4048 | -2322 | -1659 | -586 | -288 | -323 | 883 | -25937 | 3991 | -2474 |
| 6BR | -24681 | -2492 | -3491 | 2801 | -990 | -1254 | 4090 | -879 | 330 | -20797 | 3327 | -1810 |
| 6B | -28748 | -2421 | -4012 | -2625 | -647 | -561 | 7931 | -1051 | -160 | -18314 | 3601 | -1491 |
| 6BR | -24030 | -2171 | -3410 | 3289 | -498 | -1323 | 6769 | -1089 | -7 | -18273 | 3242 | -1483 |
| 6C | -27661 | -4828 | -2889 | -5925 | 1310 | 3057 | 515 | 629 | -1658 | -24535 | 1852 | -4735 |
| 6CR | -23283 | -4275 | -2333 | -801 | 1978 | 2390 | 4893 | 73 | -2211 | -19396 | 1186 | -4069 |
| 6C | -18920 | -4294 | -1775 | 4944 | 1704 | 1655 | -2437 | 700 | -1274 | -25342 | 1371 | -4831 |
| 6CR | -19260 | -3989 | -1820 | 4155 | 2223 | 1750 | 3103 | 183 | -1979 | -20244 | 1066 | -4175 |
| 6D | -25800 | -2035 | -4172 | -4914 | -3030 | -2013 | -3674 | -210 | 1701 | -23220 | 4239 | -1741 |
| 6DR | -21421 | -1481 | -3615 | 210 | -2362 | -2680 | 704 | -766 | 1148 | -18079 | 3574 | -1076 |
| 6D | -25488 | -1410 | -4136 | -5216 | -2018 | -1987 | 4546 | -938 | 658 | -15597 | 3849 | -759 |
| 6DR | -20769 | -1160 | -3534 | 697 | -1869 | -2750 | 3383 | -976 | 810 | -15556 | 3488 | -749 |
| 6E | -27218 | -4098 | -3238 | -5633 | 175 | 1702 | -624 | 414 | -760 | -24131 | 2472 | -3929 |
| 6ER | -22848 | -3547 | -2681 | -519 | 846 | 1040 | 3766 | -141 | -1316 | -18984 | 1806 | -3266 |
| 6E | -18478 | -3564 | -2124 | 5237 | 568 | 300 | -3577 | 485 | -375 | -24938 | 1991 | -4025 |
| 6ER | -18825 | -3262 | -2168 | 4437 | 1091 | 399 | 1975 | -32 | -1083 | -19833 | 1684 | -3370 |
| 6F | -26272 | -2783 | -3816 | -5236 | -1862 | -619 | -2481 | 9 | 775 | -23617 | 3600 | -2565 |
| 6FR | -21902 | -2232 | -3259 | -122 | -1191 | -1281 | 1909 | -547 | 218 | -18471 | 2934 | -1902 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD)

LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B

**DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS
PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL**

Rev. 0

Folha 43 de 52

| HIP | PERNA 1 (10.5M) | | | PERNA 2 (1.5M) | | | PERNA 3 (10.5M) | | | PERNA 4 (10.5M) | | |
|-----|-----------------|--------|--------|----------------|--------|--------|-----------------|--------|--------|-----------------|--------|--------|
| | VERT | TRANSV | LONGIT | VERT | TRANSV | LONGIT | VERT | TRANSV | LONGIT | VERT | TRANSV | LONGIT |
| 6F | -25960 | -2158 | -3780 | -5539 | -851 | -593 | 5737 | -718 | -267 | -15994 | 3210 | -1582 |
| 6FR | -21252 | -1911 | -3178 | 365 | -699 | -1350 | 4588 | -757 | -119 | -15947 | 2849 | -1575 |
| 7A | -22362 | -3312 | -2574 | -10282 | -713 | 2436 | -5347 | 927 | 286 | -19616 | 2061 | -2909 |
| 7AR | -17984 | -2759 | -2018 | -5158 | -44 | 1768 | -968 | 371 | -266 | -14476 | 1396 | -2244 |
| 7B | -21498 | -2303 | -2967 | -10137 | -2265 | 780 | -6543 | 597 | 1375 | -19428 | 2935 | -1949 |
| 7BR | -17255 | -1843 | -2428 | -5087 | -1742 | 124 | -3585 | 181 | 1003 | -15649 | 2368 | -1460 |
| 8 | -32818 | -4205 | -4231 | -13889 | -1971 | 1858 | -7499 | 958 | 889 | -29643 | 3786 | -3864 |
| 8 | -26951 | -2008 | -3688 | -20173 | -1525 | 1989 | 2772 | 29 | 9 | -10524 | 2788 | -985 |
| 9 | -76588 | -13837 | -9732 | -84478 | -17904 | 11204 | 56279 | -9910 | -7350 | 47177 | -10071 | 5879 |
| 9R | -72616 | -13279 | -9228 | -79893 | -17205 | 10604 | 61197 | -10504 | -7972 | 52726 | -10732 | 6596 |
| 9 | -58788 | -10835 | -7475 | -64584 | -13966 | 8596 | 44272 | -7945 | -5778 | 37345 | -8089 | 4657 |
| 9R | -54275 | -10584 | -6899 | -58940 | -13803 | 7868 | 43380 | -8003 | -5661 | 37590 | -8447 | 4692 |
| 10 | -84541 | -14917 | -11428 | -74199 | -16570 | 8201 | 63533 | -10840 | -9317 | 37598 | -8910 | 3615 |
| 10R | -80516 | -14366 | -10913 | -69540 | -15867 | 7604 | 68384 | -11427 | -9936 | 43085 | -9575 | 4317 |
| 10 | -67140 | -11923 | -9248 | -56250 | -12995 | 5756 | 52151 | -8991 | -7767 | 29482 | -7104 | 2671 |
| 10R | -62599 | -11674 | -8667 | -50568 | -12830 | 5029 | 51225 | -9045 | -7649 | 29697 | -7463 | 2698 |
| 11 | -90977 | -15661 | -13017 | -57813 | -14205 | 4191 | 68599 | -11395 | -11113 | 22583 | -6910 | 546 |
| 11R | -86800 | -15122 | -12479 | -52947 | -13500 | 3585 | 73254 | -11964 | -11716 | 27907 | -7586 | 1218 |
| 11 | -75964 | -12950 | -11165 | -43987 | -11299 | 2203 | 60133 | -9961 | -9888 | 18060 | -5541 | 109 |
| 11R | -71346 | -12708 | -10572 | -38201 | -11131 | 1471 | 59108 | -10007 | -9762 | 18193 | -5906 | 122 |
| 12 | -92525 | -15273 | -13925 | -34248 | -10089 | -605 | 68051 | -10899 | -12065 | 1113 | -3577 | -3221 |
| 12R | -88170 | -14746 | -13357 | -29140 | -9380 | -1223 | 72476 | -11448 | -12651 | 6246 | -4264 | -2585 |
| 12 | -81141 | -13021 | -12552 | -25794 | -8018 | -1957 | 63918 | -10065 | -11358 | 1260 | -2801 | -3025 |
| 12R | -76434 | -12785 | -11945 | -19888 | -7848 | -2696 | 62780 | -10101 | -11224 | 1297 | -3172 | -3030 |
| 13 | -60231 | -7800 | -10257 | 27985 | 3559 | -9780 | 29877 | -3768 | -7653 | -55240 | 6973 | -10900 |
| 13R | -55855 | -7250 | -9699 | 33108 | 4231 | -10442 | 34261 | -4324 | -8210 | -50100 | 6306 | -10239 |
| 13 | -57176 | -6640 | -9965 | 25146 | 3925 | -9739 | 35576 | -4273 | -8167 | -45302 | 6470 | -9414 |
| 13R | -52459 | -6392 | -9362 | 31059 | 4076 | -10498 | 34417 | -4311 | -8017 | -45262 | 6109 | -9407 |
| 14 | -60823 | -7846 | -7890 | 28592 | 3590 | -3827 | 27606 | -3493 | -3652 | -52984 | 6713 | -6901 |
| 14R | -56464 | -7301 | -7333 | 33696 | 4270 | -4478 | 32015 | -4047 | -4216 | -47833 | 6042 | -6243 |
| 14 | -36478 | -2551 | -5636 | 6060 | -1036 | -3738 | 13887 | -2274 | -153 | -25226 | 5344 | -1607 |
| 14R | -31769 | -2305 | -5033 | 11964 | -881 | -4492 | 12740 | -2312 | -7 | -25180 | 4981 | -1601 |

| | |
|---|--------------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 44 de 52 |

EKTT 1

Serviços de Transmissão de
Energia Elétrica SPE S.A.



| | VERT | TRANSV | LONGIT | HIP |
|-------------------------------|---------|--------|--------|-----|
| MAX COMPRESSÃO | -163156 | -27686 | 21712 | 1 |
| MAX ARRANQUE | 143443 | -20833 | -18782 | 1R |
| MAX TRANSVERSAL | -163156 | -27686 | 21712 | 1 |
| MAX LONGITUDINAL | -163156 | -27686 | 21712 | 1 |
| MAX RESULTANTE DE HORIZONTAIS | -163156 | -27686 | 21712 | 1 |

LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD)

LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B

**DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS
PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL**

Rev. 0

Folha 45 de 52

13. VERIFICAÇÃO DO STUB - TORRE N5DSL

Dados

Tangente da face transversal = 0.1279

Tangente da face longitudinal = 0.1279

Secante = 1.0162

Stub

Aço ASTM - A572 Gr. 60

L 203 X 203 X 19,1

Aletas

Aço ASTM - A572 Gr. 60

8 x L 152 X 152 X 15,9

L = 27cm

Parafusos: 4 ϕ 20

Concreto

fck = 200 kgf/cm²

Esforços Máximos

Compressão - Hipótese - H3

$V = 163156 \times 1.0162 \times 1.10 = 182384 \text{ kgf}$

$T = [27686 - (163156 \times 0.1279)] \times 1.10 = 7499 \text{ kgf}$

$L = [21712 - (163156 \times 0.1279)] \times 1.10 = 927 \text{ kgf}$

Resultante Horizontal = $[\text{raiz} (6817^2 + 843^2)] \times 1.10 = 7556 \text{ kgf}$

Tração - Hipótese - H3r

$V = 143443 \times 1.0162 \times 1.10 = 160348 \text{ kgf}$

$T = [24649 - (143443 \times 0.1279)] \times 1.10 = 6931 \text{ kgf}$

$L = [18794 - (143443 \times 0.1279)] \times 1.10 = 491 \text{ kgf}$

Resultante Horizontal = $[\text{raiz} (6301^2 + 446^2)] \times 1.10 = 6949 \text{ kgf}$

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 46 de 52 |

Verificação do Stub

Compressão

$$A_b = 73.8 \text{ cm}^2$$

$$A_n = (182384 + 7556 \cdot 0.75) / 4218 = 45.63 \text{ cm}^2$$

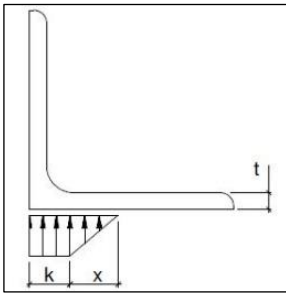
$$45.63 \text{ cm}^2 < 73.8 \times 0.9 = 66.42 \text{ cm}^2 \quad \text{OK!}$$

Tração

$$A_{ef} = 59.04 \text{ cm}^2$$

$$A_n = (160348 + 6949 \cdot 0.75) / 4218 = 40.21 \text{ cm}^2$$

$$40.21 \text{ cm}^2 < 59.04 \times 0.9 = 53.14 \text{ cm}^2 \quad \text{OK!}$$

Verificação da Aleta

$$x = 1.59 \times \left((0.9 \times 4218 / (1.19 \times 200))^{1/2} = 6.35 \text{ cm} \right.$$

$$RA = 8 \times 27 \times 1.19 \times 200 \times (3.18 + 6.35 / 2 = 326698 \text{ kgf}$$

$$RA = 326698 \text{ kgf} > 182384 \text{ kgf} \quad \text{OK!}$$

Cisalhamento no parafuso:

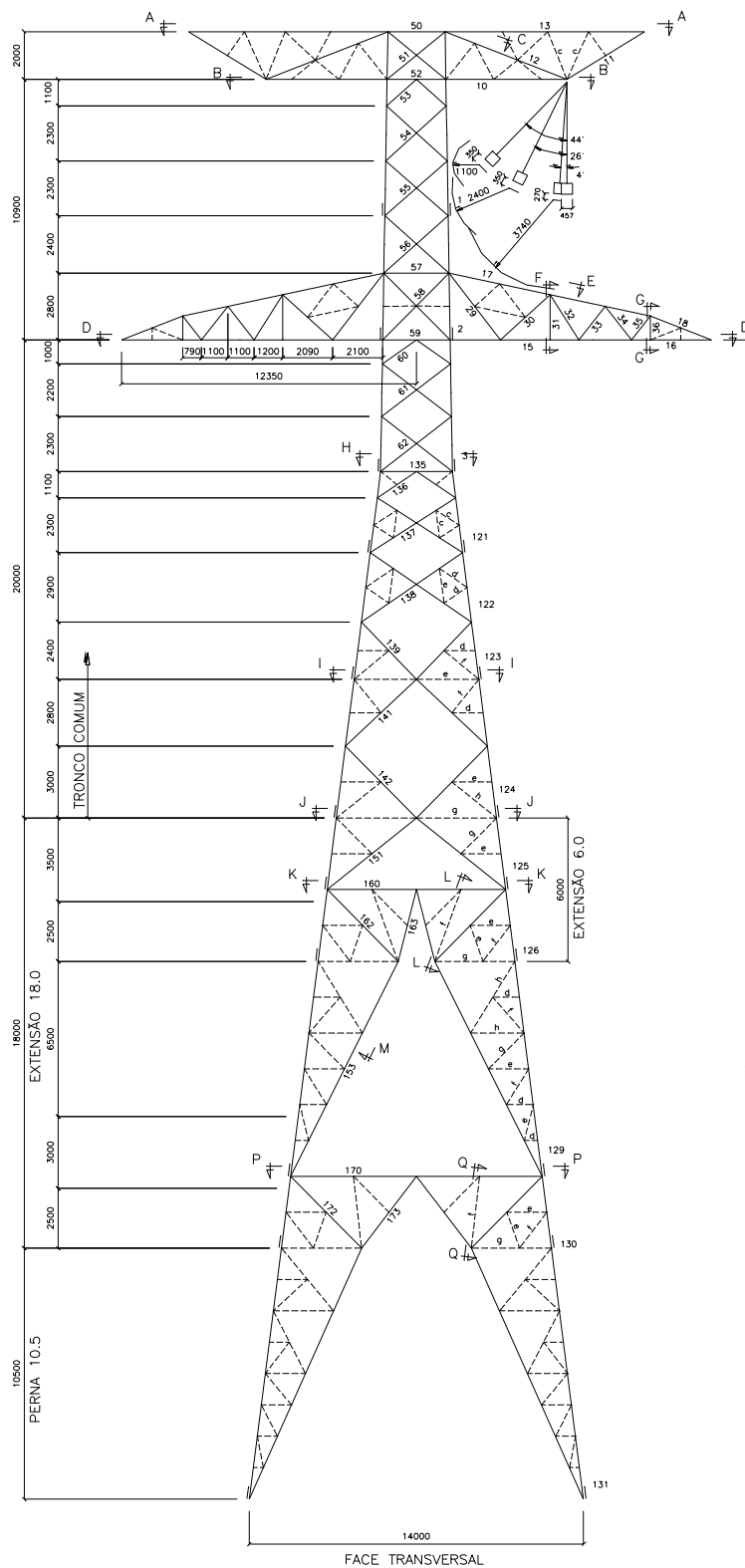
$$182384 / (8 \times 4 \times 3.14) = 1815 \text{ kgf/cm}^2 < 0.9 \times 2620 = 2358 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{OK!}$$

Esmagamento do parafuso:

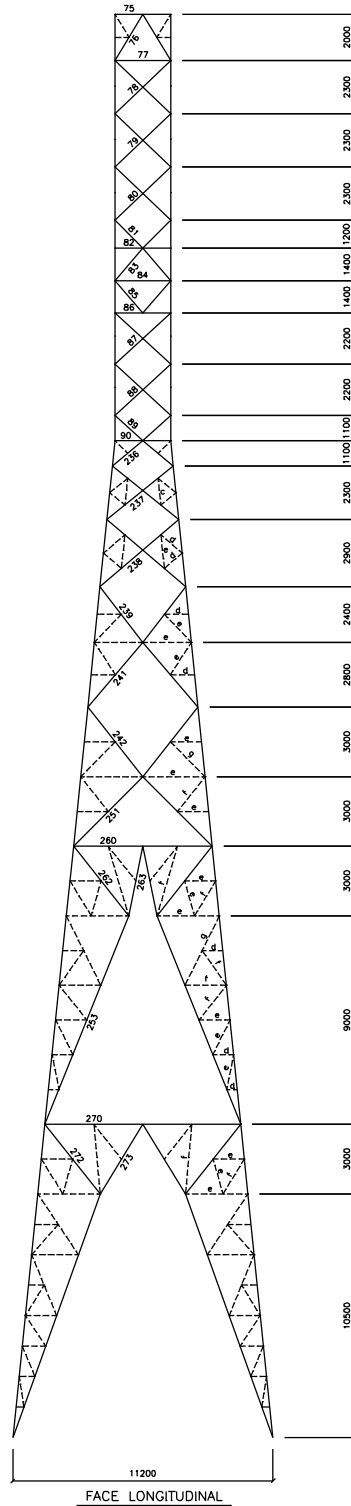
$$182384 / (8 \times 4 \times 20 \times 1.59) = 1792 \text{ kgf/cm}^2 < 0.9 \times 5711 = 5140 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{OK!}$$

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 47 de 52 |

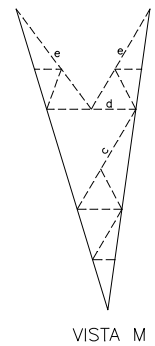
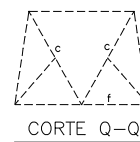
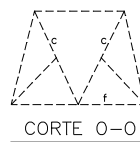
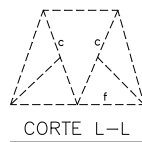
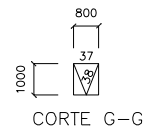
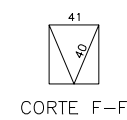
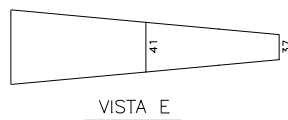
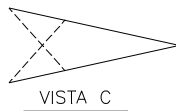
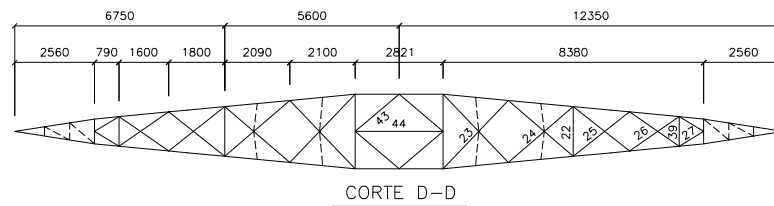
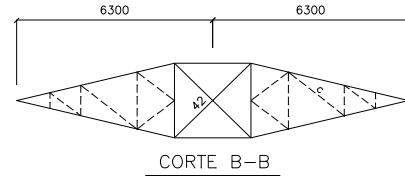
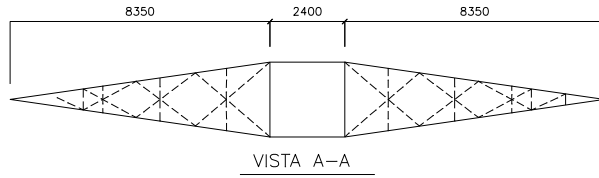
14. SILHUETA – NSDSL



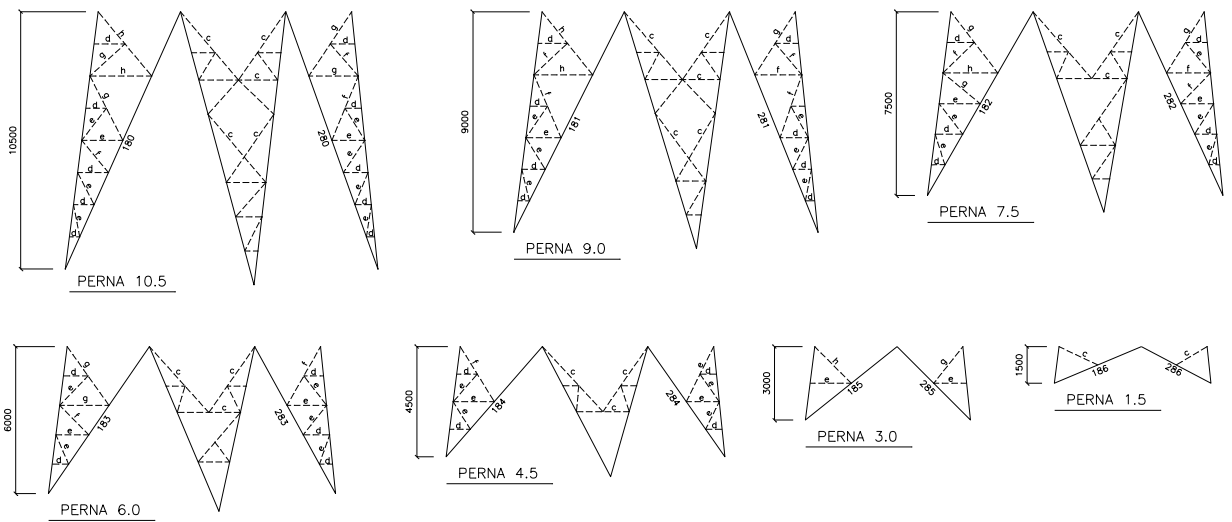
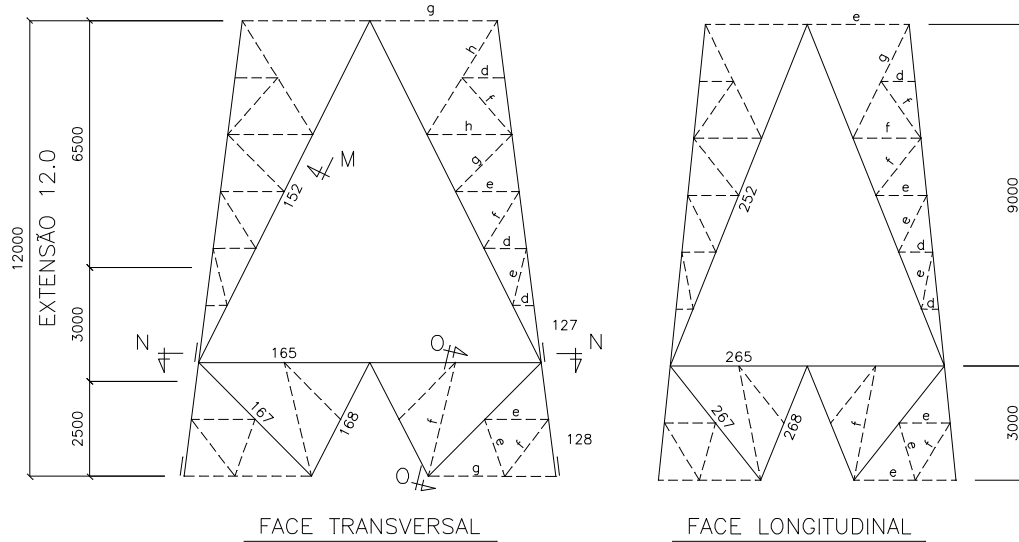
| | |
|---|----------------------------------|
| <p>LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD)</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B</p> |
| <p>DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL</p> | <p>Rev. 0 Folha 48 de 52</p> |



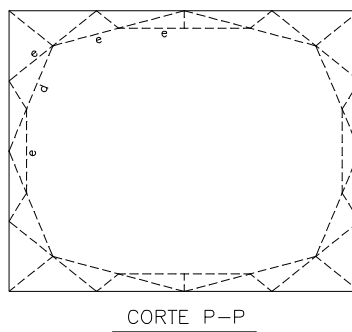
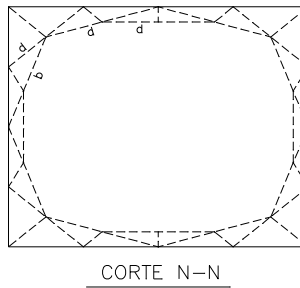
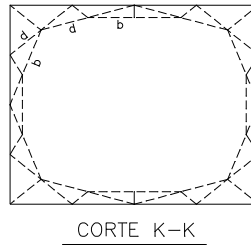
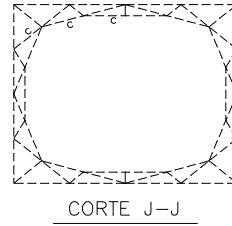
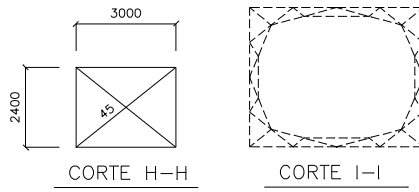
| | |
|---|----------------------------------|
| <p>LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD)</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B</p> |
| <p>DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL</p> | <p>Rev. 0 Folha 49 de 52</p> |



| | |
|---|----------------------------------|
| <p>LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD)</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B</p> |
| <p>DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL</p> | <p>Rev. 0 Folha 50 de 52</p> |





| | |
|---|--------------------------------|
| <p>LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD)</p> | <p>LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B</p> |
| <p>DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL</p> | <p>Rev. 0</p> |
| | <p>Folha 51 de 52</p> |



| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS/CD), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS/CD), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS/CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1012-B |
| DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DAS ESTRUTURAS PREDOMINANTES – N5SEL e N5DSL | Rev. 0 |
| | Folha 52 de 52 |

| | | | | | |
|-------------|-------------|---|--------------|---------------|---------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 1 | 26/06/19 | Revisão das Coordenadas das SE's Itajaí 2 e Joinville Sul | VRA | KCAR | RJC |
| 0 | 29/05/19 | Emissão Inicial | VRA | KCAR | RJC |
| <i>Rev.</i> | <i>Data</i> | <i>Descrição</i> | <i>Elab.</i> | <i>Verif.</i> | <i>Aprov.</i> |

| | | | | | |
|--|--------------------|---|--------------------------------|--|--|
| <p>EKTT 11 Serviços de Transmissão de Energia Elétrica SPE S.A.</p>  | | <p><i>Nome da Obra</i></p> <p>LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> | | | |
|  | | <p><i>Título do Documento:</i></p> <p>PROJETO BÁSICO – LOTE 1 - LEILÃO ANEEL nº 04/2018 LINHAS DE TRANSMISSÃO</p> <p>DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO</p> | | | |
| <i>Elaborado</i> | VRA | 12/04/19 | <i>Classe.Proj.</i> | | <i>Situação. Projeto Básico</i> |
| <i>Verificado</i> | KCAR | 12/04/19 | Elétrica | | <i>Rev.</i> 1 <i>Folha</i> 1/114 |
| <i>Aprovado</i> | RJC | 12/04/19 | | | |
| <i>Responsável</i> | CFS | 12/04/19 | <i>Nº Documento:</i> | | |
| <i>CREA Nº</i> | 200011958-9 | | LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B | | |

| | | |
|----|---|----|
| 1 | OBJETIVO | 3 |
| 2 | LOCALIZAÇÃO DAS LINHAS DE TRANSMISSÃO..... | 3 |
| 3 | CONSIDERAÇÕES GERAIS | 4 |
| 4 | TEMPERATURAS..... | 4 |
| 5 | ALTITUDE..... | 4 |
| 6 | UMIDADE RELATIVA DO AR | 4 |
| 7 | PRESSÃO ATMOSFÉRICA | 5 |
| 8 | MASSA ESPECÍFICA DO AR | 5 |
| 9 | DENSIDADE RELATIVA DO AR..... | 5 |
| 10 | FATOR DE CORREÇÃO ATMOSFÉRICO (FCA) | 5 |
| 11 | NÍVEL CERÁUNICO | 6 |
| 12 | VELOCIDADE DO VENTO (VER ITEM 14)..... | 6 |
| 13 | PRESSÕES DEVIDAS AO VENTO (VER ITEM 14)..... | 7 |
| 14 | OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES SOBRE A AÇÃO DOS VENTOS | 11 |
| 15 | REFERÊNCIAS..... | 15 |
| | ANEXOS | 16 |
| | ANEXO 1 - ELEMENTOS AMBIENTAIS PARA A LT 525 kV AREIA - JOINVILLE SUL C1, JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1..... | 17 |
| | ANEXO 2 – ISÓTACAS MÁXIMAS PARA A LT 525 kV AREIA - JOINVILLE SUL C1, JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1..... | 71 |

| | |
|---|--------------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B |
| DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO | Rev. 1 |
| | Folha 2 de 114 |

1 OBJETIVO

Apresentar os dados climatológicos e o mapeamento das variáveis climatológicas bem como os cálculos das velocidades de vento e correspondentes pressões de vento a serem adotados no projeto das LTs 525 kV integrantes do Lote 01 do Edital de Leilão nº04/2018 da ANEEL. As linhas de transmissão 525 kV integrantes do Lote 01 são:

- a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul (CS) com 281,0 km⁽¹⁾;
- b) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 (CS) com 75,8 km⁽²⁾;
- c) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu (CS) com 72,2 km⁽²⁾;

⁽¹⁾ A linha de transmissão LT 525 kV Areia – Joinville Sul será construída com trecho em torres de circuito duplo, por 4 km, a partir da subestação Joinville Sul, com lançamento de apenas um circuito. O segundo circuito desse trecho, em circuito duplo, será implantado futuramente.

⁽²⁾ As linhas de transmissão LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 e LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu serão construídas com trechos em torres de circuito duplo, cada uma, por 4 km, a partir da subestação Itajaí 2, com lançamento de apenas um circuito cada. Os segundos circuitos desses trechos, em circuito duplo, serão implantados futuramente.

As metodologias e as fontes dos dados utilizadas como referências para a definição dos valores adotados no projeto e as bases dos dados considerados estão apresentadas nos Anexos a este relatório.

2 LOCALIZAÇÃO DAS LINHAS DE TRANSMISSÃO

As linhas de transmissão em estudo interligam as seguintes subestações:

| Subestação | Localização | Latitude | Longitude |
|------------------|-------------|---------------|---------------|
| SE Areia | SC | 25°58'06.53"S | 51°35'56.98"O |
| SE Joinville Sul | SC | 26°23'03.64"S | 48°56'48.80"O |
| SE Itajaí 2 | SC | 26°57'47.06"S | 48°41'59.10"O |
| SE Biguaçu | SC | 27°28'56.57"S | 48°43'55.06"O |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B |
| DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO | Rev. 1 |
| | Folha 3 de 114 |

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Nos Anexos 1 e 2, elaborados pela BATÁVIA Engenharia, empresa de consultoria externa, estão indicados os elementos climáticos e ambientais para as linhas de transmissão, bem como as velocidades do vento e as correspondentes pressões e as metodologias de cálculo. Nos itens a seguir, serão resumidos os principais dados climáticos, velocidades e pressões devidas ao vento para as LTs em estudo.

4 TEMPERATURAS

| | LT 525 kV Areia - Joinville Sul CS e CD | LT 525 kV Joinville Sul - Itajaí 2 CS e CD | LT 525 kV Itajaí 2 - Biguaçu CS e CD |
|--|--|---|---|
| Média (EDT – “everyday temperature”) | 19 °C | 21 °C | 20 °C |
| Máxima média | 25 °C | 27 °C | 26 °C |
| Máxima absoluta | 38 °C | 40 °C | 40 °C |
| Mínima absoluta | -3 °C | 1 °C | 0 °C |
| Média das mínimas (coincidente com o vento de projeto) | 14 °C | 17 °C | 16 °C |

5 ALTITUDE

| | LT 525 kV Areia - Joinville Sul | LT 525 kV Joinville Sul - Itajaí 2 | LT 525 kV Itajaí 2 - Biguaçu |
|----------------|--|---|---|
| Altitude Média | 850 m | 150 m | 250 m |

6 UMIDADE RELATIVA DO AR

| | LT 525 kV Areia – Joinville Sul | LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 | LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu |
|-------------|--|---|---|
| Média anual | 74 % | 78 % | 78 % |

| | |
|---|--------------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B |
| DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO | Rev. 1 |
| | Folha 4 de 114 |

7 PRESSÃO ATMOSFÉRICA

| | LT 525 kV Areia - Joinville Sul | LT 525 kV Joinville Sul - Itajaí 2 | LT 525 kV Itajaí 2 - Biguaçu |
|-------------|------------------------------------|--|---------------------------------|
| Média anual | 920 mbar | 1000 mbar | 990 mbar |

8 MASSA ESPECÍFICA DO AR

| LT 525 kV Areia – Joinville Sul | |
|------------------------------------|-------------------------|
| Valor a 14 °C e altitude de 850m | 1,112 kg/m ³ |
| LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 | |
| Valor a 17 °C e altitude de 150m | 1,196 kg/m ³ |
| LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu | |
| Valor a 16 °C e altitude de 250m | 1,186 kg/m ³ |

9 DENSIDADE RELATIVA DO AR

| | LT 525 kV Areia – Joinville Sul | LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 | LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu |
|--|------------------------------------|--|---------------------------------|
| DRA 50% | 0,88 | 0,98 | 0,92 |
| Valor mínimo 90% do tempo, para as condições atmosféricas predominantes na região | 0,86 | 0,95 | 0,90 |

10 FATOR DE CORREÇÃO ATMOSFÉRICO (FCA)

| | LT 525 kV Areia – Joinville Sul | LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 | LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu |
|--------------------------|------------------------------------|--|---------------------------------|
| FCA _{60 Hz} 50% | 0,91 | 1,01 | 0,94 |
| FCA _{60 Hz} 99% | 0,84 | 0,97 | 0,88 |
| FCA _{man} 50% | 0,92 | 1,00 | 0,96 |
| FCA _{man} 90% | 0,90 | 0,97 | 0,94 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B |
| DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO | Rev. 1 |
| | Folha 5 de 114 |

11 NÍVEL CERÁUNICO

LTs 525 kV Areia - Joinville Sul - Itajaí 2 - Biguaçu

| | |
|--|----|
| Densidade de descargas atmosféricas (descargas/km ² /ano) (1) | 9 |
| Número de dias com trovoadas por ano (5) | 77 |

12 VELOCIDADE DO VENTO (VER ITEM 14)

12.1 VENTO BÁSICO DE PROJETO

LTs 525 kV Areia - Joinville Sul - Itajaí 2 - Biguaçu

| | |
|---|----------|
| Vento básico de projeto, T = 50 anos, 10 min, 10 m, cat.B | 110 km/h |
|---|----------|

12.2 CÁLCULO ESTRUTURAL

LTs 525 kV Areia - Joinville Sul - Itajaí 2 - Biguaçu

| | |
|---|----------|
| Vento extremo, T = 250 anos, 10 min, 10 m, cat.B | 125 km/h |
| Vento de tormentas elétricas, T = 250 anos, 3 s, 10 m, cat B | 200 km/h |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B |
| DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO | Rev. 1 |
| | Folha 6 de 114 |

12.3 CÁLCULO DOS ÂNGULOS DE BALANÇO DOS CONDUTORES

| | LTs 525 kV Areia - Joinville Sul - Itajaí 2 - Biguaçu CS | LTs 525 kV Areia - Joinville Sul - Itajaí 2 - Biguaçu CD |
|---|---|---|
| Vento para T = 2 anos, 30 s, 27 m, cat. B | 25,84 m/s | - |
| Vento para T = 50 anos, 30 s, 27 m, cat. B | 42,57 m/s | - |
| Vento para T = 2 anos, 30 s, 31 m, cat. B | - | 26,17 m/s |
| Vento para T = 50 anos, 30 s, 31 m, cat. B | - | 43,10 m/s |

13 PRESSÕES DEVIDAS AO VENTO (VER ITEM 14)

13.1 CÁLCULO ESTRUTURAL

| Vento nominal (50 anos, 10 min) | LT 525 kV Areia - Joinville Sul (kgf/m ²) | | LT 525 kV Joinville Sul - Itajaí 2 (kgf/m ²) | | LT 525 kV Itajaí 2 - Biguaçu (kgf/m ²) | |
|--|---|-------|---|-------|--|-------|
| | CS | CD | CS | CD | CS | CD |
| Pressão dinâmica de referência | 52,92 | 52,92 | 56,91 | 56,91 | 56,44 | 56,44 |
| Atuando nos condutores h _{med} =27 m (G _C = 2,2065) | 106,9 | - | 114,9 | - | 114,0 | - |
| Atuando nos para-raios h _{med} =36 m (G _C = 2,3139) | 112,1 | - | 120,5 | - | 119,5 | - |
| Atuando nos condutores h _{med} =31 m (G _C = 2,2581) | - | 109,4 | - | 117,6 | - | 116,6 |
| Atuando nos para-raios | - | 114,4 | - | 123,1 | - | 122,0 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B |
| DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO | Rev. 1 |
| | Folha 7 de 114 |

| Vento nominal (50 anos, 10 min) | LT 525 kV Areia - Joinville Sul (kgf/m ²) | | LT 525 kV Joinville Sul - Itajaí 2 (kgf/m ²) | | LT 525 kV Itajaí 2 - Biguaçu (kgf/m ²) | |
|--|---|----|---|----|--|----|
| | CS | CD | CS | CD | CS | CD |
| h _{med} =41 m (G _C = 2,3625) | | | | | | |

| Vento extremo (250 anos, 10 min) | LT 525 kV Areia - Joinville Sul (kgf/m ²) | | LT 525 kV Joinville Sul - Itajaí 2 (kgf/m ²) | | LT 525 kV Itajaí 2 - Biguaçu (kgf/m ²) | |
|--|---|-------|---|-------|--|-------|
| | CS | CD | CS | CD | CS | CD |
| Pressão dinâmica de referência | 68,33 | 68,33 | 73,49 | 73,49 | 72,88 | 72,88 |
| Atuando nos condutores h _{med} =27 m (G _C = 2,2065) | 138,0 | - | 148,4 | - | 147,2 | - |
| Atuando nos para- raios h _{med} =36 m (G _C = 2,3139) | 144,7 | - | 155,7 | - | 154,4 | - |
| Atuando nos isoladores h _{med} =43 m (G _T = 2,4904) | 204,2 | - | 219,6 | - | 217,8 | - |
| Atuando nos condutores h _{med} =31 m (G _C = 2,2581) | - | 141,2 | - | 151,9 | - | 150,6 |
| Atuando nos para- raios h _{med} =41 m (G _C = 2,3625) | - | 147,8 | - | 158,9 | - | 157,6 |
| Atuando nos isoladores h _{med} =47 m (G _T = 2,5280) | - | 207,3 | - | 222,9 | - | 221,1 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B |
| DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO | Rev. 1 |
| | Folha 8 de 114 |

| Vento extremo (250 anos, 10 min) | LT 525 kV Areia - Joinville Sul (kgf/m²) | | LT 525 kV Joinville Sul - Itajaí 2 (kgf/m²) | | LT 525 kV Itajaí 2 - Biguaçu (kgf/m²) | |
|--|--|-----------|---|-----------|---|-----------|
| | CS | CD | CS | CD | CS | CD |
| Atuando nas estruturas, a 10 m de altura (GT = 1,936) | 132,3 | 132,3 | 142,3 | 142,3 | 141,1 | 141,1 |

| Vento de tormentas elétricas (250 anos, 3 s) | LT 525 kV Areia - Joinville Sul (kgf/m²) | | LT 525 kV Joinville Sul - Itajaí 2 (kgf/m²) | | LT 525 kV Itajaí 2 - Biguaçu (kgf/m²) | |
|---|--|--------|---|--------|---|--------|
| | Pressão dinâmica de referência | 174,93 | | 188,14 | | 186,57 |
| Atuando nos condutores e para-raios | 43,7 | | 47,0 | | 46,6 | |
| Atuando nos isoladores | 209,9 | | 225,8 | | 223,9 | |
| Atuando nas estruturas | 174,9 | | 188,1 | | 186,6 | |

13.2 CÁLCULO DOS ÂNGULOS DE BALANÇO DOS CONDUTORES

| | LT 525 kV Areia - Joinville Sul (kgf/m²) | | LT 525 kV Joinville Sul - Itajaí 2 (kgf/m²) | | LT 525 kV Itajaí 2 - Biguaçu (kgf/m²) | |
|---|--|-----------|---|-----------|---|-----------|
| | CS | CD | CS | CD | CS | CD |
| Vento para T=2 anos, 30 s, 27 m, cat. B | 37,8 | - | 40,7 | - | 40,4 | - |
| Vento para T=50 anos, 30 s, 27 m, cat. B | 102,7 | - | 110,5 | - | 109,5 | - |

| | |
|---|--------------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B |
| DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO | Rev. 1 |
| | Folha 9 de 114 |

| | LT 525 kV Areia - Joinville Sul (kgf/m ²) | | LT 525 kV Joinville Sul - Itajaí 2 (kgf/m ²) | | LT 525 kV Itajaí 2 - Biguaçu (kgf/m ²) | |
|---|---|-------|---|-------|--|-------|
| | CS | CD | CS | CD | CS | CD |
| Vento para T=2 anos, 30 s, 31 m, cat. B | - | 38,8 | - | 41,7 | - | 41,4 |
| Vento para T=50 anos, 30 s, 31 m, cat. B | - | 105,3 | - | 113,2 | - | 112,3 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B |
| DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO | Rev. 1 |
| | Folha 10 de 114 |

14 OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES SOBRE A AÇÃO DOS VENTOS

14.1 VENTO BÁSICO DE PROJETO

Dos mapeamentos obtidos (Anexo 2), podem ser recomendadas as velocidades de vento constantes do item 12, de forma a subsidiarem as hipóteses de carga normalmente utilizadas no dimensionamento de estruturas aéreas de transmissão. Os cálculos das velocidades foram feitos seguindo a formulação:

$$V_T = V_m + s * \frac{(Y-C_2)}{C_1} \quad Y = -\ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right) \right]$$

| | | |
|---------------|---|---------------|
| V_m | velocidade média da amostra de máximos anuais | (km/h) |
| s | desvio-padrão da amostra de máximos anuais | (km/h) |
| V_T | velocidade de vento, período de retorno T em anos | (km/h) |
| C_1 e C_2 | coeficientes da distribuição de Gumbel | (ver Anexo 2) |

14.2 PERÍODOS DE RETORNO ADOTADOS

Conforme exigido no Edital as linhas de transmissão estão sendo projetadas para resistir, sem falhas, às cargas mecânicas produzidas por ventos com períodos de retorno de 250 anos e as cargas resultantes sobre os diversos componentes das LTs são calculadas utilizando a metodologia constante da norma IEC 60826.

Adicionalmente, as estruturas serão dimensionadas para suportar ação de ventos de alta intensidade decorrentes de tormentas elétricas ou tempestades locais, tal como exigido no Edital da ANEEL.

O cálculo dos ângulos de balanço das cadeias associados aos espaçamentos elétricos correspondentes à tensão máxima operativa refere-se à velocidade do vento com período de retorno de 50 anos e tempo de média de 30 segundos, conforme Submódulo 2.4 de 2016.12 do ONS.

Para cálculo dos ângulos de balanço das cadeias associados aos espaçamentos elétricos correspondentes a surtos de manobra adota-se aqui a velocidade do vento com período de retorno de 2 anos (vento reduzido) e tempo de média de 30 segundos. A hipótese se deve ao

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B |
| DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO | Rev. 1 |
| | Folha 11 de 114 |

fato de ser baixa a probabilidade de que um surto de manobra e ventos de extrema intensidade ocorram simultaneamente.

Para cálculo do balanço de cabos e cadeias associado à definição da largura da faixa de servidão está sendo adotada velocidade do vento com período de retorno de 50 anos, conforme estabelecido no Submódulo 2.4 2016.12 do ONS.. A conversão dos valores indicados da altura do cabo de 10m para o cálculo dos ângulos de balanço e considerando a altura média dos condutores é obtida utilizando a seguinte expressão, conforme NBR 5422:

$$\frac{V_h}{V_{10}} = \left(\frac{h}{10}\right)^{\frac{1}{11}}$$

V_h velocidade de vento na altura h (m)

V_{10} velocidade de vento referida a 10 m de altura

14.3 PRESSÃO EXERCIDA PELO VENTO

Conforme as boas práticas correntes da engenharia de sistemas aéreos de transmissão, as LTs de 525 kV serão projetadas para resistir, sem falhas, às cargas mecânicas produzidas por ventos com períodos de retorno de 250 anos / 10 minutos. Todas as cargas atuando nos cabos, cadeias de isoladores e estruturas são calculadas utilizando a metodologia constante da IEC 60826.

Adicionalmente, as estruturas serão dimensionadas para suportar ação de ventos de alta intensidade (tormentas) com tempo de média de 3 segundos, para fazer face às tempestades locais, como é prática largamente adotada no Brasil. Não existe, até a presente data, uma norma específica que regulamente claramente tais hipóteses de carregamento de forma homogênea.

Até que essa lacuna seja preenchida, julga-se prudente que os seguintes termos sejam levados em consideração e adotados:

- a) Tendo em vista o elevado período de retorno (250 anos) adotado para as linhas de transmissão em estudo, resolveu-se definir a velocidade de vento para a hipótese de tormentas elétricas como 15% superior à velocidade do vento de rajadas. A tabela indicada no Anexo 2 já contempla esta correção.

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B |
| DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO | Rev. 1 |
| | Folha 12 de 114 |

- b) Como este tipo de vento tem frente estreita, se o mesmo atingir uma estrutura da linha de transmissão (caso mais desfavorável), atuará simultaneamente sobre um trecho significativamente reduzido dos cabos situados nos vãos adjacentes à estrutura afetada. De modo a levar em conta essa característica, a pressão de vento atuando sobre os cabos será multiplicada por um fator redutor igual a 0,25 (item 13.1 – vento de tormentas).
- c) O vento de tormentas não será corrigido para variações da altura de atuação.

14.4 HIPÓTESE DE CARGAS PARA VENTO DE 10 MINUTOS (VENTO EXTREMO)

As fórmulas seguintes foram reproduzidas da IEC 60826:

$$q_o = \frac{\frac{1}{2} * \tau * \mu * (K_R * V_{RB})^2}{9,81}$$

$$A_C = q_o * C_{xc} * G_C * G_L * d * L * \sin^2 \Omega$$

$$P_C = q_o * C_{xc} * G_C * G_L * \sin^2 \Omega$$

$$A_i = q_o * C_{xi} * G_i * S_i$$

$$P_i = q_o * C_{xi} * G_i$$

$$A_t = q_o * G_t * (1 + 0,2 * \sin^2 2\theta) * (S_{t1} * C_{xt1} * \cos^2 \theta + S_{t2} * C_{xt2} * \sin^2 \theta)$$

Nomenclatura

| | |
|-----------------------|--|
| V_{RB} | velocidade de projeto referida a Terreno B (m/s) |
| K_R | fator que depende do tipo de terreno - A, B, C ou D (pu) (para terreno B: $K_R=1$) |
| q_o | pressão dinâmica de referência do vento (kgf/m^2) |
| C_x | coeficiente genérico de arrasto que depende da forma e das propriedades da superfície sobre a qual o vento atua (pu) |
| C_{xc} | = 1 para cabos |
| C_{xi} | = 1,2 para isoladores |
| C_{xt1} e C_{xt2} | = coeficiente de arrasto das fases 1 e 2 do painel em consideração, obtido da figura 7 da Norma IEC 60826 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B |
| DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO | Rev. 1 |
| | Folha 13 de 114 |

| | |
|---------------------|---|
| G_c | fator combinado do vento para cabos, que depende da altura e da categoria do terreno. |
| G_L | fator de vão obtido em função do vão adotado para cálculo. |
| G_i | fator de vento combinado obtido em função de altura média da cadeia de isoladores. |
| G_t | fator de vento combinado obtido em função da altura em relação ao solo do centro de gravidade do painel em consideração. |
| τ | correção da massa específica do ar em função da temperatura associada ao vento extremo ($^{\circ}\text{C}$) e da altitude (m) |
| μ | massa específica do ar (g/m^3) |
| d | diâmetro do cabo (condutor ou para-raios), em metros |
| L | comprimento do vão (m) |
| S_i | área da cadeia de isoladores (m^2) |
| S_{t1} e S_{t2} | área líquida das faces 1 e 2 do painel em coordenação (m^2) |
| Ω | ângulo entre a direção do vento e o condutor (graus) |
| A_c | cargas sobre os cabos condutores e para-raios (kgf) |
| P_c | pressão sobre os cabos condutores e para-raios (kgf/m^2) |
| A_i | cargas sobre as cadeias de isoladores (kgf) |
| P_i | pressão sobre as cadeias de isoladores (kgf/m^2) |
| A_t | cargas sobre as estruturas (kgf) |
| θ | ângulo de incidência da direção do vento com a perpendicular à face 1 do painel no plano horizontal (graus) |

14.5 HIPÓTESE DE CARGAS PARA VENTO DE 3 SEGUNDOS (VENTO DE TORMENTAS)

Conforme item 14.3.b, a pressão do vento de tormentas atuando sobre os cabos será multiplicada por um fator redutor igual a 0,25.

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B |
| DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO | Rev. 1 |
| | Folha 14 de 114 |

Os cálculos de pressões seguem o seguinte modelo:

$$P_C = q_o * C_{xc} * \sin^2 \theta$$

$$P_i = q_o * C_{xi} * G_i$$

$$P_t = q_o * (1 + 0,2 * \sin^2 2\theta) * (S_{t1} * C_{xt1} * \cos^2 \theta + S_{t2} * C_{xt2} * \sin^2 \theta)$$

Hipótese de Cargas para Vento de 30 segundos (ângulos de balanço)

Os cálculos de pressões seguem o seguinte modelo:

$$P_C = q_o * C_{xc} * G_{alt}^2 * \sin^2 \Omega$$

$$P_i = q_o * C_{xi} * G_i$$

As correções de altura obedecem à seguinte formulação:

$$G_{alt} = \frac{V_h}{V_{10}} = \left(\frac{h}{10} \right)^{\frac{1}{11}}$$

V_h velocidade de vento na altura h (m)

V_{10} velocidade de vento referida a 10 m de altura

15 REFERÊNCIAS

- 1 Mapa de Densidade de Descargas Atmosféricas - Período de apuração:1998-2013, ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico - Emissão 30/09/2015
- 2 Projeto Básico, CONDUTOR E PARA-RAIOS, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1004-B.
- 3 Projeto Básico, ESTUDO MECÂNICO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1005-B.
- 4 Projeto Básico, SÉRIES DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO, LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1, LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B.
- 5 IEEE 12.43 Guide for Improving the Lightning Performance of Transmission Lines

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B |
| DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO | Rev. 1 |
| | Folha 15 de 114 |

ANEXOS

| | |
|---|--------------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B |
| DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO | Rev. 1 |
| | Folha 16 de 114 |

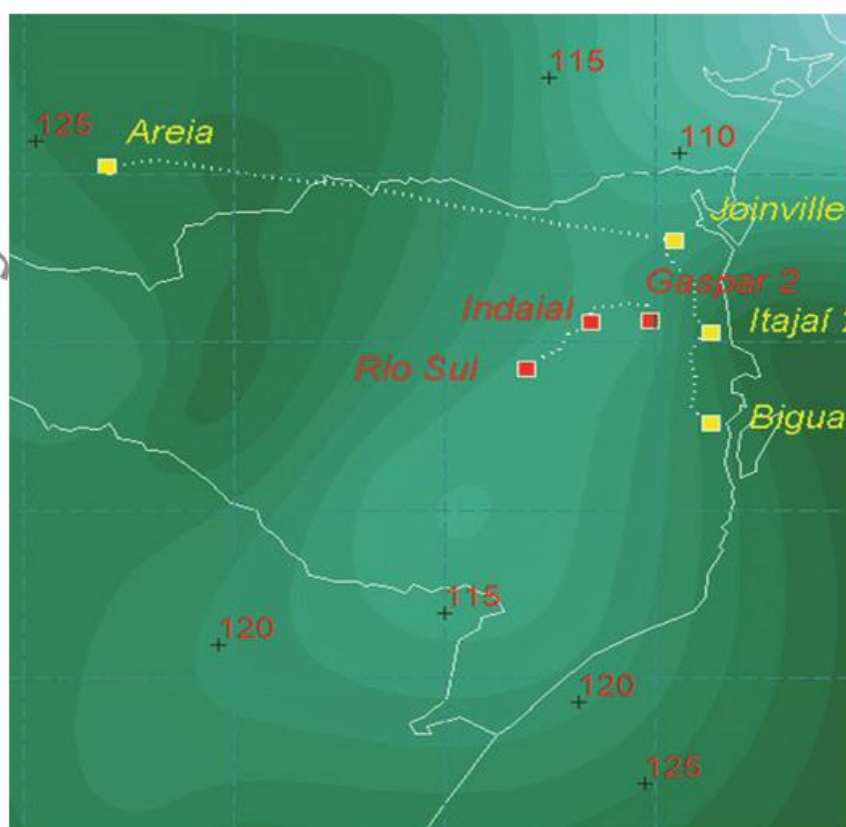
**ANEXO 1 - ELEMENTOS AMBIENTAIS PARA A LT 525 KV AREIA - JOINVILLE SUL C1,
JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1**

| | |
|---|--------------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B |
| DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO | Rev. 1 |
| | Folha 17 de 114 |

Relatório Técnico Marte Engenharia

Elementos Ambientais para as LTs do Lote 1, Leilão 04/2018

BATAVIA
Engenharia



Preparado por Amauri A Menezes em 02/2019

Este Relatório Técnico apresenta o memorial descritivo para a determinação dos elementos climáticos relevantes na implantação da LT acima citada. A reprodução parcial ou total deste documento só deve ser feita com a permissão da CONTRATANTE

| | | |
|---------|---|----|
| 1 | Objetivo | 3 |
| 2 | Conceituação Preliminar | 5 |
| 3 | Dados termométricos | 6 |
| 4 | Densidade Relativa do Ar e Fatores de Correção Atmosféricos | 7 |
| 4.1 | Valor médio da DRA e dos FCAs | 7 |
| 4.2 | Os desvios padrão da DRA e dos FCAs | 10 |
| 5 | Representação gráfica e mapeamento das variáveis | 12 |
| 5.1 | Densidades relativas do ar e “nível de tempo - ruim” | 13 |
| 5.2 | Fatores de Correção Atmosféricos | 13 |
| 5.3 | Umidades absolutas | 14 |
| 5.3.1 | Cálculo dos pontos de orvalho e de gelo | 14 |
| 5.3.2 | Cálculo das pressões de vapor | 15 |
| 5.3.3 | Cálculo das umidades absolutas | 15 |
| 6 | Conclusões e recomendações | 15 |
| 7 | Comentários finais | 18 |
| 8 | Referências | 19 |
| Anexo 1 | Dados para determinação espacial da DRA e dos FCAs | 20 |
| Anexo 2 | Características das estações do INMET | 31 |
| Anexo 3 | Mapa das altitudes | 32 |
| Anexo 4 | Mapa das pressões atmosféricas | 33 |
| Anexo 5 | Mapas das temperaturas ambientes | 34 |
| Anexo 6 | Mapas das densidades relativas do ar e de “tempo - ruim” | 41 |
| Anexo 7 | Mapas dos fatores de correção atmosféricos | 44 |
| Anexo 8 | Mapas das umidades do ar | 50 |
| Anexo 9 | Mapas das temperaturas para amplitude sazonal | 52 |

1 Objetivo

Este relatório quantifica as variabilidades espacial e temporal de fenômenos meteorológicos que têm interferências substanciais com as LTs

Areia – Joinville do Sul, 525 kV, CS, C1, 292 km

Joinville do Sul – Itajaí 2, 525 kV, CS, C1, 82 km

Itajaí 2 – Biguaçu , 525 kV,CS, C1, 63 km

Itajaí – Itajaí 2, 230 kV, CS, C1 e C2, 10 km

Rio do Sul – Indaial, 230 kV, CD, C1 e C2, 51 km

Indaial – Gaspar 2, 230 kV, CD, C1 e C2, 57 km

As variáveis aqui objetivadas ao longo das LTs citadas são as seguintes:

| <i>Variáveis Ambientais</i> | <i>nomenclatura & unidades</i> |
|--|---|
| <i>altitude média</i> | <i>alt - metros</i> |
| <i>temperatura média</i> | <i>t_{med} - °C</i> |
| <i>temperatura mínima média anual</i> | <i>$t_{min\ anual}$ - °C</i> |
| <i>temperatura mínima média no inverno</i> | <i>$t_{min\ inv}$ - °C</i> |
| <i>temperatura mínima absoluta</i> | <i>$t_{min\ abs}$ - °C</i> |
| <i>temperatura máxima média anual</i> | <i>$t_{max\ anual}$ - °C</i> |
| <i>temperatura máxima média no verão</i> | <i>$t_{max\ ver}$ - °C</i> |
| <i>temperatura máxima absoluta</i> | <i>$t_{max\ abs}$ - °C</i> |

| | |
|---|--|
| <i>temperatura para verão- dia¹</i> | <i>VD - °C</i> |
| <i>temperatura para verão- noite</i> | <i>VN - °C</i> |
| <i>temperatura para inverno- dia</i> | <i>ID - °C</i> |
| <i>temperatura para inverno - noite</i> | <i>IN - °C</i> |
| <i>pressão atmosférica</i> | <i>p_{atm} - mbares</i> |
| <i>densidade relativa do ar (50 e 90 %)</i> | <i>DRA_{50%} e DRA_{90%} - (pu)</i> |
| <i>fator de correção atmosférico, 60 Hz, (50 e 99 %)</i> | <i>FCA_{60Hz-50%} e FCA_{60Hz-99%} - (pu)</i> |
| <i>fator de correção atmosférico, surto de manobra (50 e 90 %)</i> | <i>FCA_{man50%} e FCA_{man90%} - (pu)</i> |
| <i>fator de correção atmosférico, impulsos atmosféricos (50 e 90 %)</i> | <i>FCA_{atm50%} e FCA_{atm90%} - (pu)</i> |
| <i>umidade relativa média do ar (anual)</i> | <i>u_{rel} - (%)</i> |
| <i>umidade absoluta média do ar (anual)</i> | <i>u_{abs} - (g/m³)</i> |
| <i>tempo ruim (para níveis de RI) - anual</i> | <i>TR - (%)</i> |

Linhas de transmissão aéreas constituem-se em empreendimentos com dimensões territoriais consideráveis e, não raro, atravessam áreas com diferentes condições geograficamente bem diferenciadas, resultando numa multiplicidade de elementos climáticos sobre elas atuantes. Portanto, torna-se relevante, para a execução de um

¹ *Essas temperaturas atendem aos recentes requisitos para ampacidade sazonal, segundo a publicação da ONS - "Metodologia para Cálculo da Capacidade Sazonal de Projetos de Linhas de Transmissão s Serem Licítadas", junho de 2017, ONS*

projeto realista e coerente com seus próprios desafios, que haja a disponibilidade de métodos de inferências capazes de avaliar a evolução espacial das grandezas ambientais ao longo da rota da LT em estudo. A coleta de tais variáveis deve ser convenientemente feita em estações meteorológicas na mesma região e, obrigatoriamente, as suas variabilidades temporais devem ser quantificadas.

Como certo número de variáveis ambientais aqui enfocadas é dependente da altitude, o estudo em curso considera também a altitude na região, como forma de dimensionar algumas variações espaciais do clima, através de modelos matemáticos de correlação linear múltipla. A densidade relativa do ar (DRA) e os fatores de correção atmosféricos (FCAs²) não são variáveis meteorológicas, no rigor do conceito, mas encontram-se aqui incluídas por serem diretamente derivados da temperatura do ar, da pressão atmosférica e, para os FCAs, também da umidade absoluta do ar.

2 Conceituação Preliminar

A base de dados usada neste relatório origina-se de duas fontes diversas: do INMET [1] (Instituto nacional de Meteorologia - Ministério da Agricultura) e do DEPV [2, 7] (antiga Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Voo - Ministério da Aeronáutica). Tais fontes desempenham importantes e complementares papéis no modelo analítico aqui adotado para inferência estatística das variáveis ambientais, como exigido pelos procedimentos de projetos de LTs aéreas ora em curso no país.

Especificamente, pode-se dizer que os dados do INMET (mensais e anuais, em 205 estações) cuidam das determinações médias e das suas evoluções espaciais sobre o território brasileiro, enquanto que os dados do DEPV (horários, em 20 estações) definem as flutuações dos respectivos desvios-padrão. Detalhes da elaboração desse modelo dual são fornecidos ao longo do trabalho e aplicam-se às variáveis aqui objetivadas.

² ou ainda RIS (Relative Insulation Strength)

3 Dados termométricos

Os dados de temperatura utilizados no estudo foram medidos em estações climatológicas operadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)³ e instaladas no estado de implantação do empreendimento.

Nessas estações, as temperaturas máximas e mínimas são medidas diariamente e as temperaturas correntes às 12, 18 e 24 horas, referidas ao horário de Greenwich (Greenwich Meridian Time - GMT). No procedimento de operação das estações do INMET, as temperaturas extremas diárias ficam perfeitamente caracterizadas.

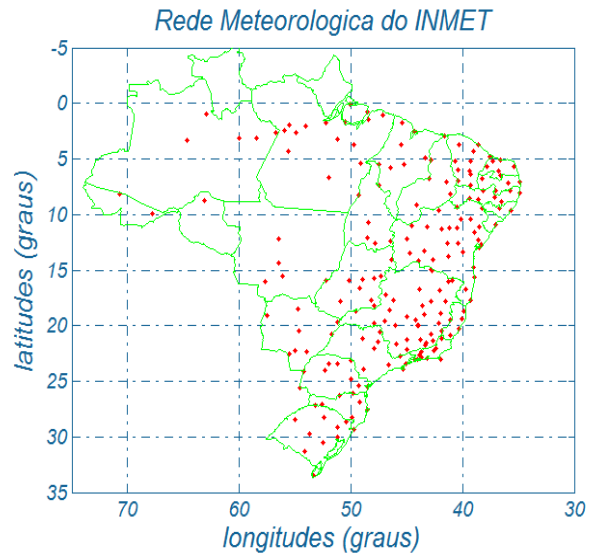


Figura 3.1 - Distribuição espacial das estações meteorológicas do INMET

A temperatura média diária é estimada através da seguinte equação, de uso rotineiro pelo INMET:

$$T_{med} = \frac{T_{12} + 2 \cdot T_{24} + T_{máx} + T_{mín}}{5}$$

T_{med} - temperatura média diária

$T_{máx}$ - temperatura máxima diária

$T_{mín}$ - temperatura mínima diária

T_{12} e T_{24} - temperaturas às 12 e 24 horas

As estatísticas dos valores de temperatura, medidos diariamente no período de 1961 a 1990, podem ser consultadas em [1]. Além dos valores médios anuais, buscou-se caracterizar as médias das temperaturas extremas, extraindo-se do banco de dados os valores mínimos ou máximos ocorridos ao longo do ano, independentemente do mês em que foram anotados, e garantindo assim mapas que refletissem valores extremos que fossem os mais conservadores. Portanto, neste estudo, extremos médios de temperatura encontram-se também avaliados apropriadamente nos respectivos meses em que ocorrem.

A seguinte nomenclatura deve ser seguida:

| | | | |
|--------------------------------|------|--------------|----------------------|
| média das temperaturas máximas | (°C) | - anual | (média dos 12 meses) |
| média das temperaturas máximas | (°C) | - de verão | (média no verão) |
| média das temperaturas mínimas | (°C) | - anual | (média dos 12 meses) |
| média das temperaturas mínimas | (°C) | - de inverno | (média no inverno) |

³ INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, Ministério da Agricultura.

4 Densidade Relativa do Ar e Fatores de Correção Atmosféricos

A caracterização da média e do desvio padrão da densidade relativa do ar (DRA) e dos fatores de correção atmosféricos (FCAs), para frequência industrial e surtos de manobra ou atmosféricos, é aqui feita através de abordagens distintas.

4.1 Valor médio da DRA e dos FCAs

O valor médio dessas variáveis será feito por meio dos dados médios anuais medidos na rede do INMET (temperatura, pressão atmosférica para a DRA, acrescidos da umidade absoluta, para os valores dos FCAs). DRAs e FCAs têm distribuições normais para qualquer efeito prático [7] e seus valores médios podem ser calculados com as médias das variáveis indiretas (t_{med} , p_{med} e u_{abs}). Para dirimir qualquer dúvida quanto a essa afirmativa, as Tabelas 4.1.1 e 4.1.2 apresentam os respectivos resultados, quando se usa um banco de dados horário em 10 anos, e quando se faz o cálculo com médias anuais. O banco de dados usado como referência é o do DEPV⁴, tal como apresentado em [7].

⁴ Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Voo, do Ministério da Aeronáutica.

Tabela 4.1.1 - Comparação dos valores para DRA calculados por (t_{med}, p_{med}) a cada hora e com valores médios anuais

| Cidade | sigla | $DRA_{50\%}$ (pu) como em [7] | $DRA_{50\%}$ (pu) médias anuais |
|---------------------|-------|----------------------------------|------------------------------------|
| Belém | BE | 0.976 | 0.980 |
| Belo Horizonte | BH | 0.913 | 0.900 |
| Brasília | BR | 0.883 | 0.870 |
| Campo Grande | CG | 0.927 | 0.930 |
| Curitiba | CT | 0.913 | 0.890 |
| Caravelas | CV | 0.987 | 0.990 |
| Florianópolis | FL | 1.001 | 1.000 |
| Fortaleza | FZ | 0.975 | 0.970 |
| Galeão (RJ) | GL | 0.990 | 0.990 |
| Campinas | KP | 0.926 | 0.926 |
| Manaus | MN | 0.968 | 0.970 |
| Maceió | MO | 0.973 | 0.980 |
| Natal | NT | 0.975 | 0.975 |
| Porto Alegre | PA | 1.004 | 0.990 |
| Recife | RF | 0.980 | 0.980 |
| Rio de Janeiro (SD) | RJ | 0.991 | 0.990 |
| São Luiz | SL | 0.971 | 0.980 |
| São Paulo | SP | 0.918 | 0.920 |
| Salvador | SV | 0.983 | 0.980 |
| Vitória | VT | 0.991 | 0.980 |

Tabela 4.1.2 - valores dos FCAs para 60 Hz (FCA_{60Hz}) e surtos de manobra (FCA_{man}), calculados por (t_{med} , p_{med} e U_{abs}) horários e com valores médios anuais, gapes de 1 a 5 metros

| tensão a 60 Hz (gape de 3 m) | | | surtos de manobra (gape de 3 m) | | |
|------------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| sigla | FCA50% (pu) como em [7] | FCA50% (pu) médias anuais | sigla | FCA50% (pu) como em [7] | FCA50% (pu) médias anuais |
| BE | 1.062 | 1.061 | BE | 1.041 | 1.040 |
| BH | 0.960 | 0.959 | BH | 0.962 | 0.963 |
| BR | 0.925 | 0.922 | BR | 0.932 | 0.932 |
| CG | 0.992 | 0.994 | CG | 0.987 | 0.988 |
| CT | 0.939 | 0.936 | CT | 0.948 | 0.949 |
| CV | 1.050 | 1.050 | CV | 1.034 | 1.033 |
| FL | 1.033 | 1.034 | FL | 1.023 | 1.023 |
| FZ | 1.053 | 1.053 | FZ | 1.035 | 1.034 |
| GL | 1.045 | 1.045 | GL | 1.030 | 1.029 |
| KP | 0.965 | 0.964 | KP | 0.967 | 0.969 |
| MN | 1.059 | 1.059 | MN | 1.039 | 1.038 |
| MO | 1.044 | 1.044 | MO | 1.028 | 1.027 |
| NT | 1.049 | 1.049 | NT | 1.032 | 1.031 |
| PA | 1.022 | 1.023 | PA | 1.015 | 1.016 |
| RF | 1.053 | 1.053 | RF | 1.035 | 1.034 |
| RJ | 1.042 | 1.043 | RJ | 1.028 | 1.028 |
| SL | 1.059 | 1.058 | SL | 1.039 | 1.038 |
| SP | 0.956 | 0.953 | SP | 0.960 | 0.961 |
| SV | 1.053 | 1.053 | SV | 1.035 | 1.034 |
| VT | 1.049 | 1.049 | VT | 1.033 | 1.032 |

As diferenças verificadas nos três casos indicam que as médias podem ser aproximadas usando-se valores médios das variáveis indiretas (t_{med} , p_{med} e u_{abs}), em vez de se adotar ou exigir um cálculo bem mais requintado e trabalhoso, tal como é o de bancos de dados horários durante 10 anos, com todas as variáveis lidas simultaneamente. A simplificação é bastante apreciável, pois nem sempre, ou quase nunca, tais bancos encontram-se disponíveis. Portanto, os dados o INMET, que tem uma bem mais expressiva quantidade de estações (205, em todo o Brasil, por ocasião da elaboração de [1]) são capazes de fornecer valores médios para DRA e FCAs. Observe a Figura 4.2.1 onde a rede do DEPV encontra-se grafada com a sua restrita densidade. Entretanto, o valor médio isolado dessas variáveis (valor 50 %) não é suficientemente seguro para a aplicação em LTs. É preciso associá-los a valores mais

conservadores que levem em conta as incertezas espaciais típicas que estão amiúde vinculados a linhas de transmissão que atravessam variados micro e macro climas.

4.2 Os desvios padrão da DRA e dos FCAs

Os mais recentes Editais da ANEEL, no que se refere à DRA, exigem um valor ao longo da LT que seja garantido 90% do tempo, de forma a minimizar as influências do efeito Corona e suas manifestações (RI, RA, perdas). Portanto, os valores médios devem ser corrigidos pela conhecida fórmula genérica $Var_{90\%} = \mu - 1.28 \sigma$, onde Var é uma variável que se encontre estatisticamente em questão e (μ, σ) seus valores médios e desvios padrão respectivos.

Como as variabilidades temporais da DRA e dos FCAs, medida por σ , não podem ser caracterizadas pelo banco de dados do INMET [1], é preciso que se recorra ao relevante trabalho desenvolvido em [7]. A Figura 4.2.1 apresenta a dispersão pouco densa da rede do DEPV, mas que é atualmente a única fonte para se processar um modelo de transferência espacial para os coeficientes de variação aqui objetivados. Complementando, a Tabela 4.2.1 apresenta os coeficientes de variação⁵ da DRA e dos FCA_{60Hz} e FCA_{man} .

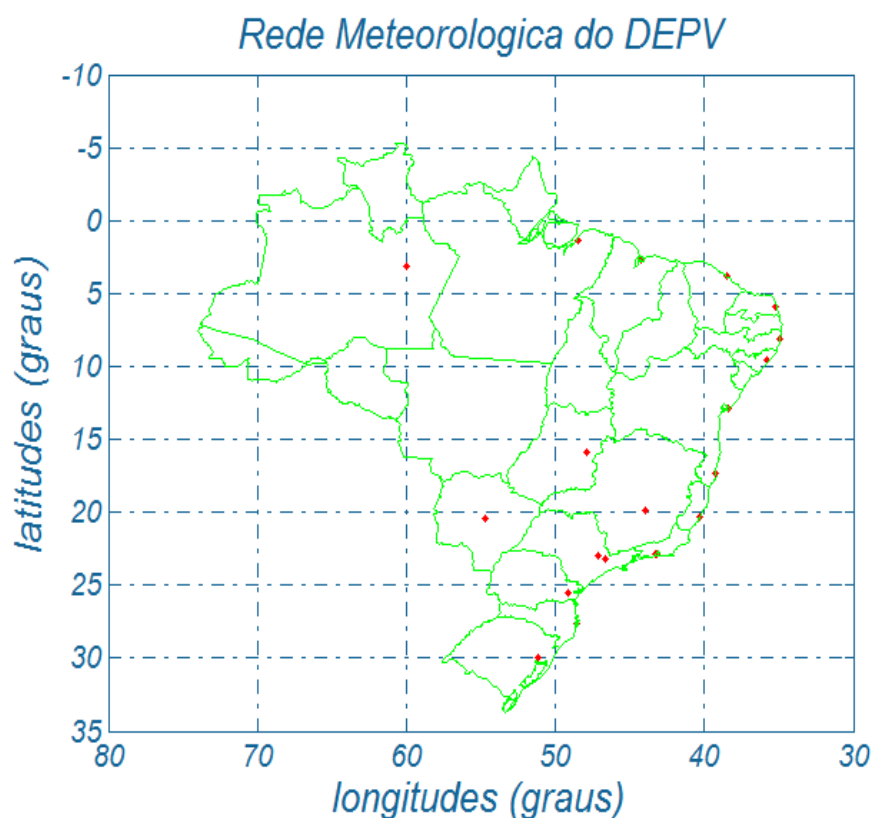


Figura 4.2.1 - Rede do DEPV, com as 20 estações usadas na modelagem de [7]

⁵ coeficiente de variação = $CV\% = 100 (\sigma/\mu)$

Tabela 4.2.1 - Características geográficas das estações do DEPV e respectivos valores percentuais dos coeficientes de variação da DRA e dos FCAs

| sigla | latitude (°) | altitude (m) | CV _{DRA} (%) | CV _{60Hz} (%) | CV _{man} (%) |
|-------|--------------|--------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| BE | 1.38 | 16 | 1.00 | 0.68 | 0.53 |
| BH | 19.85 | 787 | 1.70 | 2.70 | 1.89 |
| BR | 15.87 | 1060 | 1.50 | 3.66 | 2.88 |
| CG | 20.47 | 558 | 1.70 | 3.08 | 2.15 |
| CT | 25.52 | 909 | 1.90 | 2.90 | 1.99 |
| CV | 17.28 | 3 | 1.30 | 1.08 | 0.76 |
| FL | 27.67 | 7 | 1.90 | 1.85 | 1.20 |
| FZ | 3.78 | 24 | 0.80 | 0.98 | 0.75 |
| GL | 22.83 | 9 | 1.60 | 1.34 | 0.92 |
| KP | 23.00 | 661 | 1.80 | 3.06 | 2.17 |
| MN | 3.15 | 83 | 1.00 | 0.75 | 0.59 |
| MO | 9.51 | 116 | 1.10 | 1.04 | 0.78 |
| NT | 5.92 | 49 | 1.00 | 0.92 | 0.69 |
| PA | 30.00 | 20 | 2.40 | 1.95 | 1.27 |
| RF | 8.13 | 10 | 0.80 | 0.81 | 0.59 |
| RJ | 22.92 | 5 | 1.40 | 1.42 | 0.98 |
| SL | 2.72 | 53 | 0.90 | 0.71 | 0.57 |
| SP | 23.17 | 805 | 1.60 | 2.70 | 1.89 |
| SV | 12.90 | 6 | 1.00 | 0.97 | 0.69 |
| VT | 20.30 | 60 | 1.50 | 1.20 | 0.83 |

Com as informações acima, as seguintes equações de correlação linear múltipla podem ser inferidas objetivando a transferência espacial dos coeficientes de variação citados ou, respectivamente:

$$\begin{aligned}
 CV_{DRA} &= 0.7160 + 41.32 \text{ latitude}/1000 + 0.3268 \text{ altitude}/1000 \\
 CV_{FCA60Hz} &= 0.6050 + 39.28 \text{ latitude}/1000 + 1.5640 \text{ altitude}/1000 \\
 CV_{FCAman} &= 0.7790 + 15.61 \text{ latitude}/1000 + 0.8388 \text{ altitude}/1000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 CV_{DRA} &\text{ coeficiente de variação da distribuição da DRA (\%)} \\
 CV_{FCA60Hz} &\text{ coeficiente de variação dos valores de FCAs para 60 Hz}^6 \text{ (\%)} \\
 CV_{FCAman} &\text{ coeficiente de variação dos FCAs para surtos de manobra}^7 \text{ (\%)}
 \end{aligned}$$

⁶ Essa mesma equação será mantida para tensões CC. Tais CVs são suficientemente baixos para garantir a validade dessa analogia, acrescido à semelhança entre as modelagens matemáticas das tensões em 60 Hz e contínua. Veja também o item 5.2.

⁷ Essa mesma equação será mantida para os surtos atmosféricos, pelos mesmos motivos acima.

5 Representação gráfica e mapeamento das variáveis

As variáveis ambientais aqui abordadas correlacionam-se bem com a latitude e a altitude e serão, portanto, representadas pelas equações de regressão:

$$\text{variável} = a_0 + a_1 \text{ latitude} + a_2 \text{ altitude},$$

onde a latitude é dada em graus e altitude em km.

A Tabela 5.1 indica os coeficientes definidos por correlação linear múltipla e os valores dos respectivos erros médios quadráticos (emq) atestam a qualidade da aderência entre valores reais e modelados.

Tabela 5.1 - Coeficientes das equações de regressão linear múltipla

| variável | coeficiente a_0 | coeficiente a_1 | coeficiente a_2 | emq |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------|
| temp média | 2.817E+01 | -2.480E-01 | -3.813E+00 | 1.335E+00 |
| temp min anual | 2.393E+01 | -2.411E-01 | -4.692E+00 | 1.176E+00 |
| temp min inverno | 2.319E+01 | -3.824E-01 | -5.217E+00 | 1.504E+00 |
| temp min abs | 1.959E+01 | -6.624E-01 | -6.417E+00 | 3.268E+00 |
| temp max anual | 3.361E+01 | -2.386E-01 | -2.936E+00 | 1.875E+00 |
| temp max verão | 3.495E+01 | -1.423E-01 | -3.660E+00 | 1.861E+00 |
| temp max abs | 4.090E+01 | -3.000E-02 | -2.028E+00 | 2.050E+00 |
| pressão | 1.013E+03 | 1.404E-01 | -1.250E+02 | 1.761E+01 |
| umidade absoluta | 2.046E+01 | -1.934E-01 | -4.523E+00 | 1.266E+00 |
| umidade relativa | 7.533E+01 | 1.372E-01 | -5.806E+00 | 7.085E+00 |
| DRA _{50 %} | 9.704E-01 | 9.057E-04 | -9.624E-02 | 6.253E-03 |
| DRA _{90 %} | 9.613E-01 | 3.838E-04 | -9.817E-02 | 6.146E-03 |
| FCA _{60-50 %} | 1.063E+00 | -9.426E-04 | -1.109E-01 | 1.070E-02 |
| FCA _{60-99 %} | 1.046E+00 | -1.830E-03 | -1.414E-01 | 1.059E-02 |
| FCA _{man 50%} | 1.040E+00 | -6.011E-04 | -9.100E-02 | 8.015E-03 |
| FCA _{man 90 %} | 1.029E+00 | -7.923E-04 | -9.979E-02 | 7.865E-03 |
| FCA _{atm 50 %} | 1.068E+00 | -1.123E-03 | -1.309E-01 | 1.387E-02 |
| FCA _{atm 90 %} | 1.057E+00 | -1.305E-03 | -1.392E-01 | 1.376E-02 |
| tempo - ruim (RI) | 1.188E+01 | 1.118E-02 | -2.626E+00 | 1.176E+00 |

5.1 Densidades relativas do ar e “nível de tempo - ruim”

Textualmente, os editais de Linhas de Transmissão da ANEEL exigem que (sic):

(a) Corona visual

A linha de transmissão, com seus cabos e acessórios, bem como as ferragens das cadeias de isoladores, não deve apresentar corona visual em 90% do tempo para as condições atmosféricas predominantes na região atravessada pela linha de transmissão aérea.

O $DRA_{90\%}$ corresponde a um maior rigor na aplicação do DRA, particularmente quando da sua utilização nas avaliações do efeito corona e suas manifestações em LTs, através da relação:

$$DRA_{90\%} = DRA_{\text{médio}} - 1,28 \sigma_{DRA}$$

onde o valor de σ_{DRA} já foi discutido e modelado tal como descrito em 4.2.

Ainda diretamente vinculado ao efeito Corona e suas manifestações, o Anexo 6 apresenta uma quantificação para o percentual de “tempo - ruim”, a ser aplicado na determinação dos níveis de rádio interferência ao longo de “todo o tempo”, tal como requer a metodologia de [8, Red Book]. Os resultados fundamentam-se na precipitação pluviométrica anual registrada nas estações do INMET e que serve de medição para variabilidade espacial do tempo ruim sobre o território brasileiro. Para a inferência do % de tempo ruim, foi adotada uma média anual de 1,5 mm/h quando da precipitação pluviométrica média anual registrada nas estações do INMET. Tal consideração de 1.5 mm/h é certamente subjetiva, mas é mais realista do que se adotarem os padrões climáticos constantes de [8] como típicos do Brasil.

5.2 Fatores de Correção Atmosféricos

Os fatores de correção atmosféricos são definidos através de uma relação entre os fatores de correção da densidade relativa do ar (k_1) e da umidade absoluta (k_2), como segue e detalhadamente descrito em [7].

$$FCA = k_1 \cdot k_2$$

$k_1 = \delta^m$ - fator de correção para a densidade relativa do ar, veja Figura 1.2 do Anexo 1

$k_2 = k^w$ - fator de correção para a umidade absoluta do ar, veja Figura 1.3 do Anexo 1

Para o caso de 60 Hz recomenda-se a utilização do valor referido a 99% pois as tensões dessa natureza devem ser suportadas em quaisquer condições atmosféricas, de forma que a qualidade de suprimento energético seja assegurada.

Para sobretensões de manobra ou atmosféricas, que correspondem a solicitações de ocorrência mais infreqüente, o valor médio do FCA ($FCA_{man}^{médio}$ - manobra, ou $FCA_{atm}^{médio}$ - atmosférico) pode ser adotado, mas recomenda-se o valor de 90% que é mais conservador, pois que há erros de avaliação que decorrem da variabilidade espacial dessa variável, além das simplificações descritas no Anexo 1, que se enquadram bem para o caso de LTs e não a objetos d dimensões reduzidas.

As formulações para os FCAs acima valem para distâncias em ar de 1 a 5 m, com dispersão em torno da média de 1,3% para 60 Hz e 1,7% para impulsos. Para os casos de distâncias superiores a 5 m, os valores de FCA tendem para o valor de 1.0, indicando que para gaps mais longos, o FCA não mais depende das condições atmosféricas. Como os casos mais severos são aqueles em que o $FCA < 1.0$, nenhuma correção será aqui recomendada, pois os resultados encontram-se a favor da segurança.

5.3 Umidades absolutas

A umidade absoluta, que é relevante para as determinações dos FCAs, pode ser modelada através da equação que segue:

5.3.1 Cálculo dos pontos de orvalho e de gelo

Inicialmente, são determinados os pontos de orvalho e de gelo, para as temperaturas ambientes em questão (bulbo seco):

$$T_d = \frac{237.3 \left[\frac{\ln(RH/100)}{17.270} + \frac{T}{237.3 + T} \right]}{1 - \left[\frac{\ln(RH/100)}{17.270} + \frac{T}{237.3 + T} \right]}$$

$$T_i = \frac{265.5 \left[\frac{\ln(RH/100)}{21.875} + \frac{T}{265.5 + T} \right]}{1 - \left[\frac{\ln(RH/100)}{21.875} + \frac{T}{265.5 + T} \right]}$$

RH é a umidade relativa (%),

T_d e T_i são os pontos de orvalho e de gelo (°K), respectivamente,

T temperatura de bulbo seco do ambiente (°K).

5.3.2 Cálculo das pressões de vapor

As pressões de vapor saturado correspondentes aos pontos de orvalho (e_d) e de gelo (e_i) são dadas pelas fórmulas seguintes:

$$e_d = 0.6108 \exp\left[\frac{17.27 T_d}{T_d + 237.3}\right] \quad e_i = 0.6108 \exp\left[\frac{21.875 T_i}{T_i + 265.5}\right]$$

5.3.3 Cálculo das umidades absolutas

E finalmente, as umidades absolutas em g/m^3 (u_{abs}) ou são calculadas como segue, onde se assume os valores de e_d ou de e_i :

$$u_{abs} = \frac{2165 e}{T + 273.16}$$

6 Conclusões e recomendações

Os mapas constantes deste relatório oferecem ao projetista de LTs recursos ora disponíveis para uma escolha paramétrica tecnicamente justificável no que se refere aos elementos climáticos aqui avaliados estatisticamente. De uma forma geral, os parâmetros recomendados são conservadores e visam garantir um desempenho superior ao mínimo exigido. Com uma importância de destaque, encontra-se a densidade relativa do ar, caracterizada pelo seu valor médio e $DRA_{90\%}$, que é o valor excedido 90% do tempo, garantindo o que é exigido nos editais da ANEEL. Somente com os mapeamentos exclusivos das médias e dos desvios da DRA, não se torna imediata a identificação do local onde as condições do DRA são as mais adversas, pois a média mínima não coincide, necessariamente, com o máximo desvio padrão da DRA. Assim sendo, para facilidade de interpretação e escolha, foram traçadas as isolinhas do Anexo 6 que apresenta os valores de $DRA_{médio}$ e de $DRA_{90\%}$, através da relação $DRA_{90\%} = DRA_{médio} - 1,28$ desvios-padrão. Os mesmos conceitos se aplicam aos fatores de correção atmosféricos aqui sugeridos ($FCA_{60\text{Hz}}^{99\%}$, $FCA_{man}^{90\%}$ e $FCA_{atm}^{90\%}$), muito embora a sua utilização ainda não esteja regulamentada e nem mesmo exigida, embora correspondam à prática segura de escolha paramétrica.

Vale ainda sublinhar que FCAs acima de 1.00 pu são típicos de regiões com elevada umidade absoluta, tal como é o caso da região amazônica e do planalto no centro-oeste. No entanto, com a descontrolada continuidade de queimadas e desmatamentos, que vêm ocorrendo há décadas, a tendência é de que os valores de FCA venham se reduzindo com o tempo. O alerta serve para que valores de FCA acima de 1.00 pu sejam usados com certa reserva, a critério do projetista. Os valores indicados na Tabela 6.1 já seguem esse viés no sentido da segurança.

A Tabela seguinte apresenta um resumo das leituras nas Figuras dos Anexos 3 a 7:

*Tabela 6.1 - Resumo das recomendações numéricas
para os elementos climáticos objeto deste estudo.*

| <i>Parâmetros climáticos</i> | <i>Areia – Joinville do Sul 525 kV</i> | <i>Joinville do Sul Itajaí 2 525 kV</i> | <i>Itajaí 2 – Biguaçu - 525 kV</i> |
|--|--|---|--|
| <i>altitude média - (m)</i> | 850 | 150 | 250 |
| <i>temp média anual – (°C)</i> | 19 | 21 | 20 |
| <i>temp mín 50% anual – (°C)</i> | 14 | 17 | 16 |
| <i>temp mín 50% inverno – (°C)</i> | 9 | 12 | 11 |
| <i>temp mín absoluta – (°C)</i> | -3 | 1 | 0 |
| <i>temp máx 50% anual – (°C)</i> | 25 | 27 | 26 |
| <i>temp máx 50% verão – (°C)</i> | 28 | 31 | 30 |
| <i>temp máx abs – (°C)</i> | 38 | 40 | 40 |
| <i>temp Verão-Dia (°C)⁸</i> | 28 | 29 | 28 |
| <i>temp Verão-Noite (°C)¹</i> | 18 | 22 | 20 |
| <i>temp Inverno-Dia (°C)¹</i> | 22 | 24 | 23 |
| <i>temp Inverno-Noite (°C)¹</i> | 12 | 16 | 16 |
| <i>pressão média – (mbar)</i> | 920 | 1000 | 990 |
| <i>DRA 50% – (pu)</i> | 0.88 | 0.98 | 0.92 |
| <i>DRA 90% – (pu)</i> | 0.86 | 0.95 | 0.90 |
| <i>FCA_{60 Hz} 50% – (pu)</i> | 0.91 | 1.01 | 0.94 |
| <i>FCA_{60 Hz} 99% – (pu)</i> | 0.84 | 0.97 | 0.88 |
| <i>FCA_{man} 50% – (pu)</i> | 0.92 | 1.00 | 0.96 |
| <i>FCA_{man} 90% – (pu)</i> | 0.90 | 0.97 | 0.94 |
| <i>FCA_{atm} 50% – (pu)</i> | 0.89 | 1.01 | 0.94 |

⁸ valores retirados do arquivo digital da ONS para ampacidade sazonal

| | | | |
|--|------|------|------|
| <i>FCA_{am} 90% – (pu)</i> | 0.86 | 0.99 | 0.92 |
| <i>umi rel (U_{rel}) – (%)</i> | 74 | 78 | 78 |
| <i>umi abs (U_{abs}) - (g/m³)</i> | 12 | 15 | 14 |
| <i>tempo ruim - (%)</i> | 12 | 11 | 11 |

| <i>Parâmetros climáticos</i> | <i>Itajaí – Itajaí2 230 kV</i> | <i>Rio do Sul – Indaial 230 kV</i> | <i>Indaial – Gaspar 2 230 kV</i> |
|--|------------------------------------|--|--|
| <i>altitude média - (m)</i> | 50 | 400 | 300 |
| <i>temp média anual – (°C)</i> | 21 | 20 | 20 |
| <i>temp mín 50% anual – (°C)</i> | 17 | 16 | 16 |
| <i>temp mín 50% inverno – (°C)</i> | 12 | 11 | 11 |
| <i>temp mín absoluta – (°C)</i> | 1 | -3 | -1 |
| <i>temp máx 50% anual – (°C)</i> | 27 | 26 | 26 |
| <i>temp máx 50% verão – (°C)</i> | 31 | 30 | 30 |
| <i>temp máx abs – (°C)</i> | 40 | 40 | 40 |
| <i>temp Verão-Dia (°C)⁹</i> | 29 | 29 | 29 |
| <i>temp Verão-Noite (°C)¹</i> | 22 | 20 | 20 |
| <i>temp Inverno-Dia (°C)¹</i> | 23 | 23 | 23 |
| <i>temp Inverno-Noite (°C)¹</i> | 16 | 15 | 16 |
| <i>pressão média – (mbar)</i> | 1000 | 970 | 980 |
| <i>DRA 50% – (pu)</i> | 0.99 | 0.93 | 0.95 |
| <i>DRA 90% – (pu)</i> | 0.97 | 0.90 | 0.93 |
| <i>FCA_{60 Hz} 50% – (pu)</i> | 1.03 | 0.96 | 0.98 |
| <i>FCA_{60 Hz} 99% – (pu)</i> | 0.99 | 0.90 | 0.93 |

⁹ valores retirados do arquivo digital da ONS para ampacidade sazonal

| | | | |
|---------------------------------|------|------|------|
| $FCA_{man50\%} - (pu)$ | 1.02 | 0.96 | 0.98 |
| $FCA_{man90\%} - (pu)$ | 1.00 | 0.94 | 0.96 |
| $FCA_{atm50\%} - (pu)$ | 1.03 | 0.95 | 0.98 |
| $FCA_{atm90\%} - (pu)$ | 1.01 | 0.92 | 0.96 |
| $umi_{rel} (U_{rel}) - (\%)$ | 79 | 77 | 77 |
| $umi_{abs} (U_{abs}) - (g/m^3)$ | 15 | 14 | 14 |
| $tempo_{ruim} - (\%)$ | 11 | 12 | 11 |

Notas:

- 1 *As temperaturas mínimas (média anual e no inverno) são usadas indistintamente pelos vários consultores, dependendo da segurança.*
- 2 *O mesmo se aplica para as temperaturas máximas (média anual e no verão)*
- 3 *O $DRA_{90\%}$ deve ser usado em atendimento à exigência da ANEEL*
- 4 *O $FCA_{60Hz,99\%}$ deve ser usado*
- 5 *Quanto aos demais valores de FCAs para surtos de manobra e impulsos atmosféricos, não há exigências por parte da ANEEL quanto à utilização dos valores 50% ou 90%. O valor 90% é evidentemente mais rigoroso.*
- 6 *É aconselhável que valores quaisquer de FCAs superiores a 1.0 pu sejam usados com cuidado extra. As queimadas e desmatamentos que ocorrem frequentemente neste país tendem a baixar a umidade absoluta ambiental e, em consequência direta, provocam redução dos FCAs.*

7 *Comentários finais*

As recomendações relativas à quantificação de elementos climáticos constantes deste relatório seguem as orientações e cálculos apresentados basicamente pelas referências [2, 3, 4, 6, 7 e 8], enquanto que as bases de dados provêm de [1, 2 e 7]. Vale sempre lembrar que [2 e 7] contêm sínteses metodológicas pioneiras que permitiram uma avaliação estatística mais aprofundada quanto a determinados fenômenos, notadamente no que se refere aos percentis da densidade relativa do ar e dos variados fatores de correção atmosféricos aqui considerados, através de modelos objetivando a determinação dos seus respectivos desvios-padrão. Além disso, há que

se dar a devida ênfase ao que [3] declara a respeito dos FCAs sempre que o fator U_{abs} / DRA excede 15 g/m^3 (sic):

Para valores de U_{abs} / DRA acima de 15 g/m^3 , o valor do parâmetro k pode chegar a (- 15%), veja também a Figura 1.1

Tal observação tem influência expressiva sobre os resultados de cálculo, na medida em que valores acima de 15 g/m^3 são frequentemente encontrados no Brasil¹⁰.

8 Referências

- 1 INMET – Instituto Nacional de Meteorologia – “Normais climatológicas” (1961-1990).
- 2 Andrade, V. H. G et ali – Dados meteorológicos e parâmetros correlatos que influenciam os isolamentos em ar – Estatística de valores, VII SNPTEE.
- 3 IEC 60-1 - High Voltage Test Techniques - Part 1: General definitions and test requirements, 2010.
- 4 Menezes Jr A. A., Silva Filho J. I. - Transferência espacial de informações meteorológicas - Modelos matemáticos. Relatório Técnico CEPEL/1983
- 5 IEC 60826 - Overhead Transmission Line Design Criteria
- 6 NBR 5422 - Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica, Procedimentos, 1985.
- 7 Azevedo, R. M., Silva Filho, J. I. Andrade, V. H. G., - Fatores de correção atmosféricos aplicados ao dimensionamento de isolamentos em ar - Nova metodologia de cálculo, XVII SNPTEE, 2003
- 8 Transmission Line Reference Book, 345 kV and Above, Electric Power Research Institute, Palo Alto

¹⁰ veja os valores típicos em [2 e 8].

Anexo 1 Dados para determinação espacial da DRA e dos FCAs

Este Anexo objetiva apresentar parte dos resultados constantes de [7], que constituem a base das recomendações constantes deste relatório. As Tabelas 1.1, 1.2 e 1.3 ilustram os valores básicos para as correlações dos valores de DRAs (ou δ) e FCAs.

Tabela 1.1 - Resultados do processamento e dados provenientes do DEPV

| estação | longitude (graus) | latitude (graus) | altitude (m) | h (g/m ³) | | δ (pu) | | h/ δ (g/m ³) | |
|-----------------------|----------------------|---------------------|-----------------|-----------------------|--------|---------------|--------|---------------------------------|--------|
| | | | | média | desvio | média | desvio | média | desvio |
| BE - Belém | 48,48 | 1,38 | 16 | 21,10 | 1,37 | 0,976 | 0,010 | 21,628 | 1,515 |
| BH - B. Horiz. | 43,95 | 19,85 | 787 | 13,64 | 2,66 | 0,913 | 0,017 | 14,985 | 3,061 |
| BR - Brasília | 47,92 | 15,87 | 1060 | 12,92 | 2,78 | 0,883 | 0,015 | 14,646 | 3,227 |
| CG - C. Grande | 54,67 | 20,47 | 558 | 15,72 | 3,59 | 0,927 | 0,017 | 17,008 | 4,054 |
| CT - Curitiba | 49,18 | 25,52 | 909 | 11,92 | 2,93 | 0,913 | 0,019 | 13,107 | 3,399 |
| CV - Caravelas | 39,25 | 17,28 | 3 | 18,43 | 2,22 | 0,987 | 0,013 | 18,688 | 2,410 |
| FL - Florian. | 48,55 | 27,67 | 7 | 15,00 | 3,58 | 1,001 | 0,019 | 15,051 | 3,817 |
| FZ - Fortaleza | 38,53 | 3,78 | 24 | 19,77 | 1,47 | 0,975 | 0,008 | 20,292 | 1,520 |
| GL - Galeão | 43,25 | 22,83 | 9 | 17,36 | 2,73 | 0,990 | 0,016 | 17,567 | 2,965 |
| KP - Campinas | 47,13 | 23,00 | 661 | 13,15 | 2,91 | 0,926 | 0,018 | 14,246 | 3,284 |
| MN - Manaus | 59,98 | 3,15 | 83 | 21,22 | 1,26 | 0,968 | 0,010 | 21,938 | 1,381 |
| MO - Maceió | 35,78 | 9,51 | 116 | 18,45 | 1,63 | 0,973 | 0,011 | 18,969 | 1,764 |
| NT - Natal | 35,25 | 5,92 | 49 | 19,02 | 1,52 | 0,975 | 0,010 | 19,521 | 1,637 |
| PA - P. Alegre | 11,18 | 30,00 | 20 | 13,38 | 3,65 | 1,004 | 0,024 | 13,412 | 3,893 |
| RF - Recife | 34,92 | 8,13 | 10 | 19,39 | 1,48 | 0,980 | 0,008 | 19,793 | 1,584 |
| RJ - S. Dumont | 43,15 | 22,92 | 5 | 16,94 | 2,67 | 0,991 | 0,014 | 17,118 | 2,865 |
| SL - São Luiz | 44,25 | 2,72 | 53 | 20,94 | 1,10 | 0,971 | 0,009 | 21,578 | 1,171 |
| SP - São Paulo | 46,65 | 23,17 | 805 | 12,87 | 2,62 | 0,918 | 0,016 | 14,058 | 3,005 |
| SV - Salvador | 38,35 | 12,90 | 6 | 19,12 | 1,95 | 0,983 | 0,010 | 19,474 | 2,110 |
| VT - Vitória | 40,30 | 20,30 | 60 | 17,92 | 2,59 | 0,991 | 0,015 | 18,123 | 2,823 |

Tabela 1.2 - Média \bar{x} e coeficiente de variação cv da série horária do FCA_{60Hz} , em 10 anos, função do comprimento do gape (d)

| <i>local</i> | <i>d = 1 m</i> | | <i>d = 3 m</i> | | <i>d = 5 m</i> | |
|--------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | \bar{x} (pu) | <i>cv</i> (%) | \bar{x} (pu) | <i>cv</i> (%) | \bar{x} (pu) | <i>cv</i> (%) |
| BE | 1,091 | 0,96 | 1,062 | 0,68 | 1,041 | 0,45 |
| BH | 0,956 | 2,74 | 0,960 | 2,70 | 0,973 | 1,83 |
| BR | 0,922 | 3,37 | 0,925 | 3,66 | 0,947 | 2,77 |
| CG | 0,993 | 3,66 | 0,992 | 3,08 | 0,994 | 2,08 |
| CT | 0,936 | 2,69 | 0,939 | 2,90 | 0,959 | 2,03 |
| CV | 1,074 | 1,60 | 1,050 | 1,08 | 1,033 | 0,72 |
| FL | 1,047 | 2,72 | 1,033 | 1,85 | 1,022 | 1,24 |
| FZ | 1,079 | 1,43 | 1,053 | 0,98 | 1,035 | 0,65 |
| GL | 1,066 | 2,01 | 1,045 | 1,34 | 1,030 | 0,89 |
| KP | 0,961 | 3,13 | 0,965 | 3,06 | 0,976 | 2,10 |
| MN | 1,087 | 1,07 | 1,059 | 0,75 | 1,039 | 0,50 |
| MO | 1,065 | 1,59 | 1,044 | 1,04 | 1,029 | 0,69 |
| NT | 1,072 | 1,37 | 1,049 | 0,92 | 1,032 | 0,61 |
| PA | 1,031 | 2,79 | 1,022 | 1,95 | 1,015 | 1,31 |
| RF | 1,079 | 1,15 | 1,053 | 0,81 | 1,035 | 0,53 |
| RJ | 1,062 | 2,13 | 1,042 | 1,42 | 1,028 | 0,94 |
| SL | 1,087 | 0,99 | 1,059 | 0,71 | 1,039 | 0,47 |
| SP | 0,951 | 2,65 | 0,956 | 2,70 | 0,970 | 1,86 |
| SV | 1,078 | 1,42 | 1,053 | 0,97 | 1,035 | 0,65 |
| VT | 1,072 | 1,79 | 1,049 | 1,20 | 1,032 | 0,80 |

Tabela 1.3 - Média e coeficiente de variação da série horária do FCA_{man} , em 10 anos, função do comprimento do gape (d)

| local | $d = 1 m$ | | $d = 3 m$ | | $d = 5 m$ | |
|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|
| | \bar{x} (pu) | cv (%) | \bar{x} (pu) | cv (%) | \bar{x} (pu) | cv (%) |
| BE | 1,075 | 1,51 | 1,041 | 0,53 | 1,025 | 0,32 |
| BH | 0,936 | 1,75 | 0,962 | 1,89 | 0,976 | 1,18 |
| BR | 0,902 | 1,99 | 0,932 | 2,88 | 0,957 | 1,82 |
| CG | 0,968 | 2,54 | 0,987 | 2,15 | 0,992 | 1,34 |
| CT | 0,925 | 1,46 | 0,948 | 1,99 | 0,967 | 1,25 |
| CV | 1,056 | 1,74 | 1,034 | 0,76 | 1,021 | 0,47 |
| FL | 1,036 | 2,07 | 1,023 | 1,2 | 1,014 | 0,74 |
| FZ | 1,058 | 1,85 | 1,035 | 0,75 | 1,021 | 0,46 |
| GL | 1,049 | 1,93 | 1,030 | 0,92 | 1,018 | 0,56 |
| KP | 0,946 | 2,01 | 0,967 | 2,17 | 0,979 | 1,36 |
| MN | 1,067 | 1,61 | 1,039 | 0,59 | 1,023 | 0,36 |
| MO | 1,041 | 1,65 | 1,028 | 0,78 | 1,017 | 0,48 |
| NT | 1,049 | 1,58 | 1,032 | 0,69 | 1,019 | 0,42 |
| PA | 1,025 | 1,92 | 1,015 | 1,27 | 1,009 | 0,78 |
| RF | 1,059 | 1,48 | 1,035 | 0,59 | 1,021 | 0,36 |
| RJ | 1,045 | 1,95 | 1,028 | 0,98 | 1,017 | 0,6 |
| SL | 1,067 | 1,57 | 1,039 | 0,57 | 1,023 | 0,34 |
| SP | 0,936 | 1,57 | 0,960 | 1,89 | 0,975 | 1,18 |
| SV | 1,059 | 1,66 | 1,035 | 0,69 | 1,021 | 0,42 |
| VT | 1,055 | 1,83 | 1,033 | 0,83 | 1,020 | 0,51 |

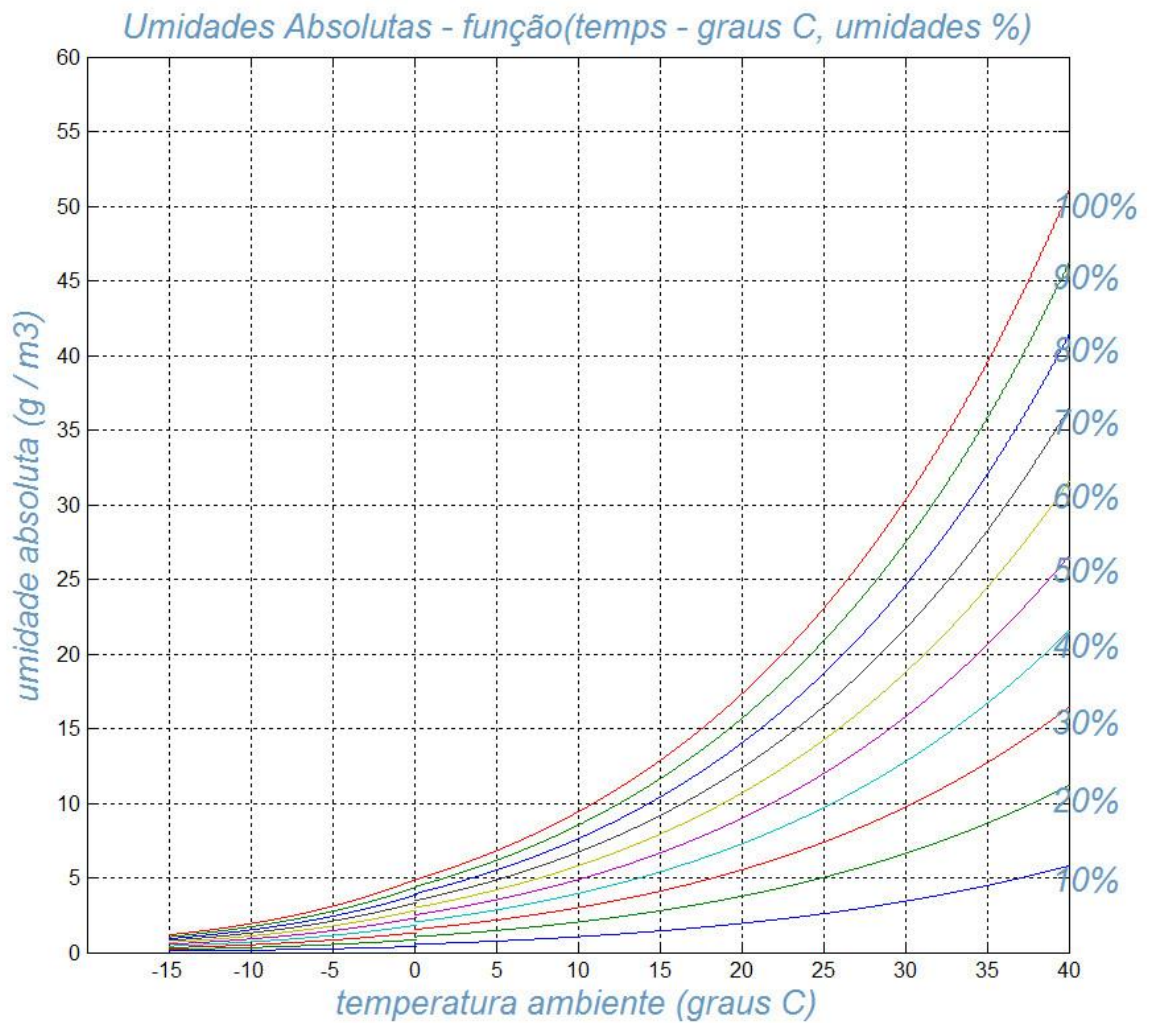


Figura 1.1 - Umidade absoluta do ar em função das leituras dos termômetros de bulbo seco e da umidade absoluta

Uma vez de posse das condições climáticas na região de interesse, ou seja, das temperaturas de bulbo seco e úmido, da pressão atmosférica e da umidade relativa, determinam-se a umidade absoluta respectiva (U_{abs} ou h) e a densidade relativa do ar (DRA ou δ). Da relação entre essas 2 variáveis (h e δ), o coeficiente k é definido pela Figura 1.2, como segue.

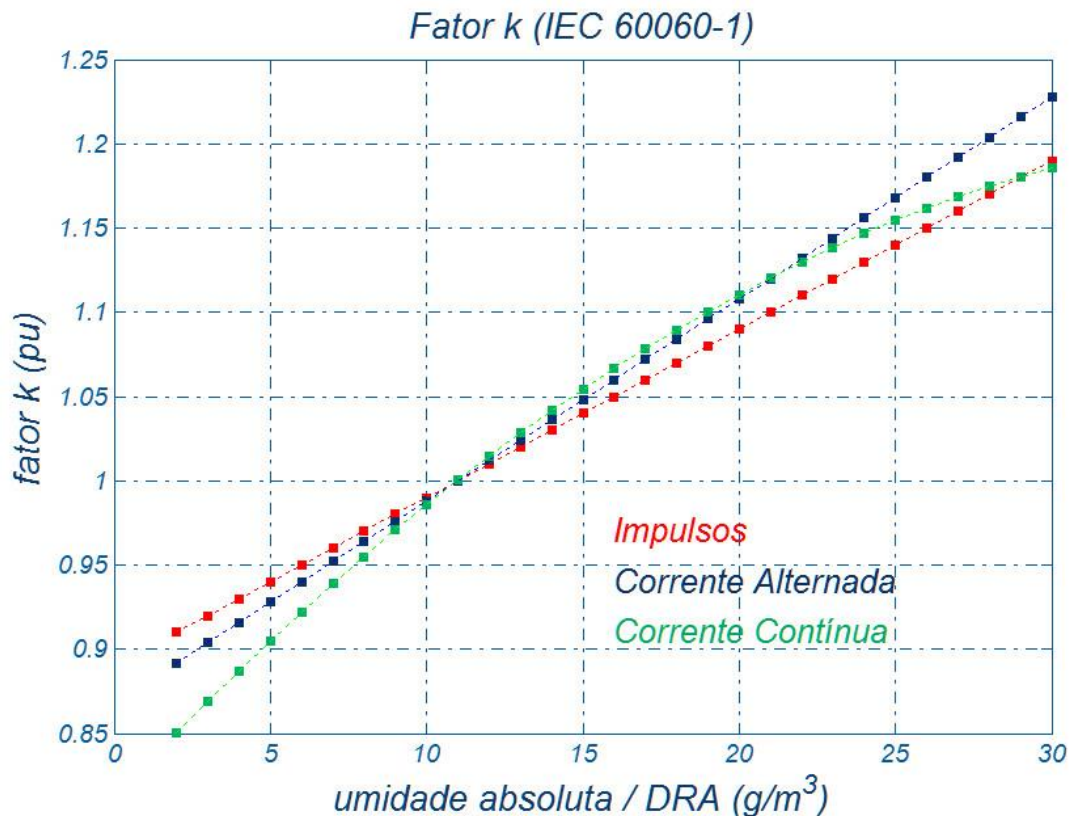


Figura 1.2 - Determinação do fator k em função de $h / \delta (g / m^3)$ e do tipo de tensão (60 Hz, impulso ou CC)

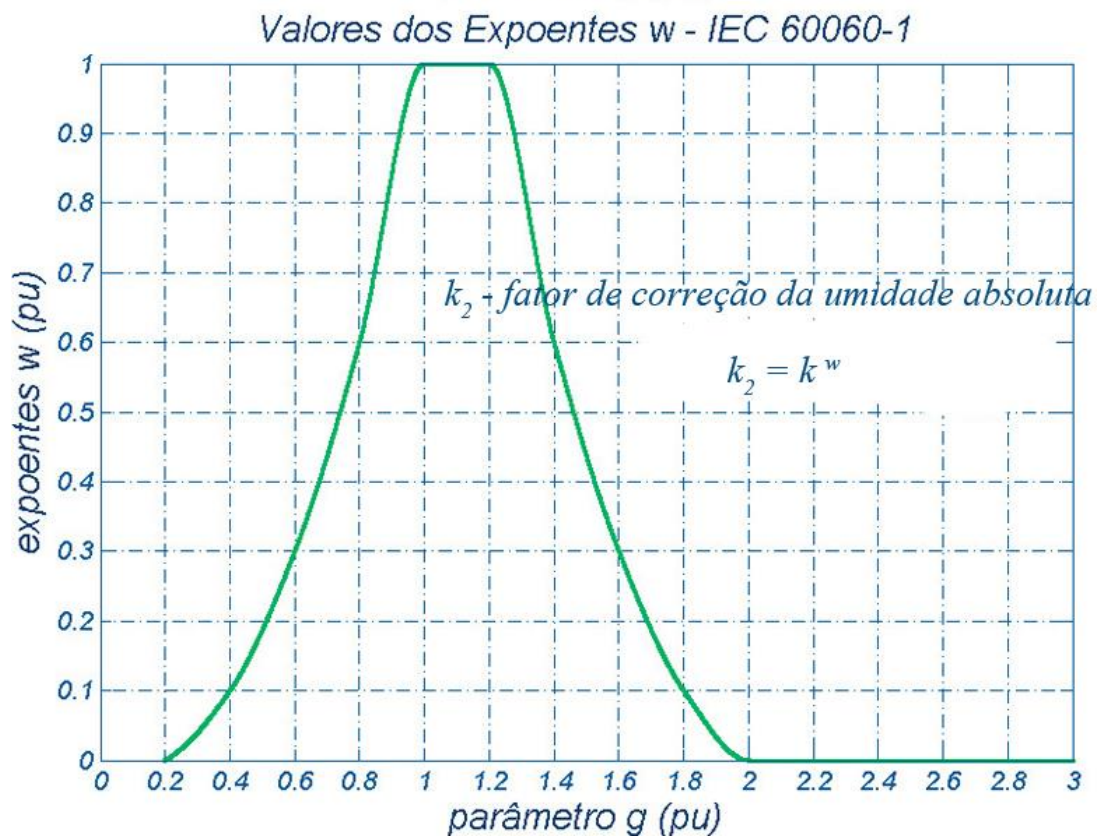
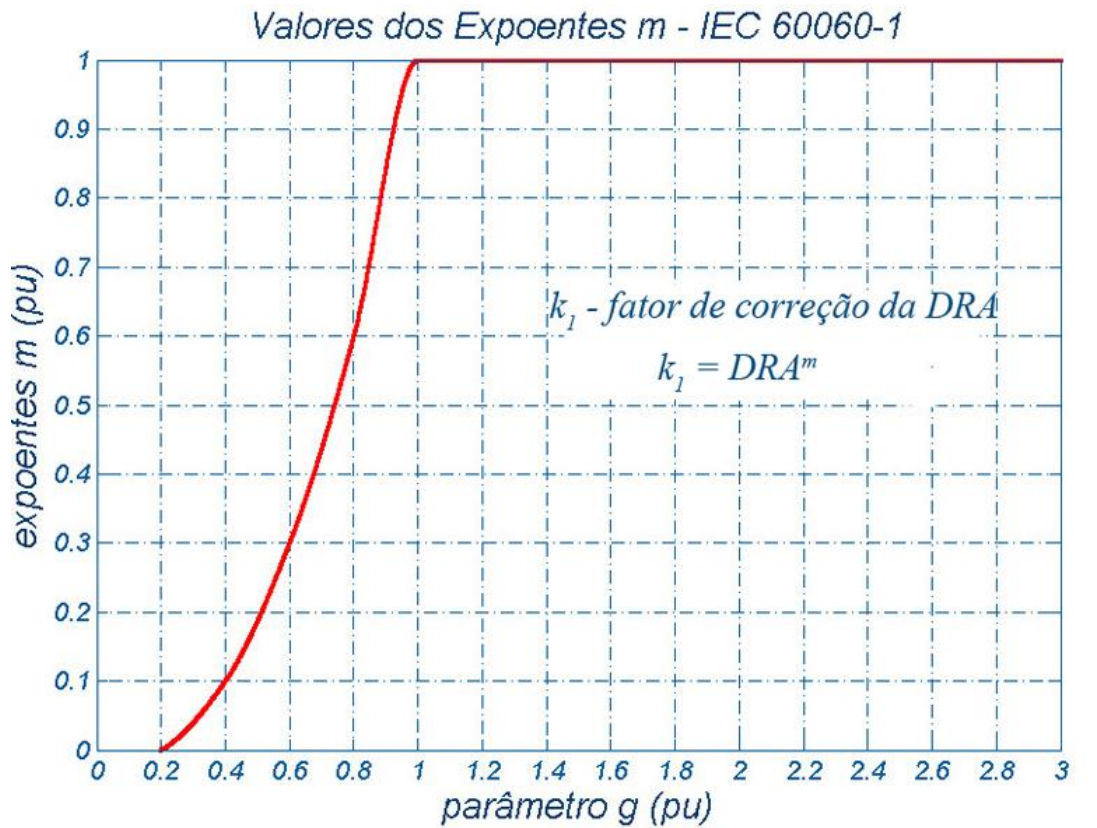


Figura 1.3 - Valores dos expoentes m para a DRA (superior) e w para

a correção da umidade absoluta do ar inferior), em função do parâmetro g

O parâmetro g que determina os expoentes m e w é determinado pela relação

$$g = \frac{U_{50}}{500 d \delta k}$$

d - distância do isolamento (ou gape em ar), em metros.

δ - densidade relativa do ar (pu), ou DRA

k - coeficiente obtido da Figura 1.2, acima

U_{50} - valor de crista da tensão disruptiva com 50% de probabilidade de não ser excedido nas reais condições atmosféricas de trabalho, em kV, dado pelas expressões seguintes:

- tensões de frequência industrial

$$U_{50} = 750\sqrt{2} * \ln(1 + 0,55d^{1,2})$$

- sobretensões de frente lenta ou de manobra

$$U_{50} = 500 * d^{0,6} * K_g$$

$$K_g \text{ (fator de gape)} = 1,3^{11}$$

- sobretensões de frente rápida ou atmosféricas, polaridade positiva:

$$U_{50} = 530 * d$$

Os dados indicados nas Tabelas 1.1 a 1.3 foram determinados com base nas Figuras 1.1 a 1.3 e a metodologia adotada encontra-se detalhadamente descrita em [7 e 8]. Cabe aqui ressaltar que [1, 2, 3, 4 e 8] desempenharam um papel fundamental no equacionamento da DRA e dos FCAs para aplicação sistemática ao longo de linhas de transmissão, haja vista que as normas IEC que cuidam do assunto [3 e 6] foram originalmente desenvolvidas para aplicação em laboratórios de alta tensão.

Os trabalhos citados introduziram simplificações cabíveis que tornaram possível estender os conceitos normativos com fins laboratoriais para aplicações em linhas de transmissão, quando uma visão mais espacial sempre se faz necessária. Ainda com relação aos valores constantes das Tabelas 1.1 a 1.3, algumas considerações de simplificação tornam-se cabíveis, quando se leva em conta que a aplicação primordial, neste estudo, concentra-se em linhas de transmissão aéreas.

Inicialmente, observe-se que a dispersão dos valores dos FCAs em função do comprimento do gape, de 1 a 5 m é pequena, senão desprezível. Verifique nas Tabelas 1.4 a 1.7 a seguir:

¹¹ detalhes em [6 e 8]

*Tabela 1.4 - Valores médios de FCA^{médio}_{60Hz}
para d = 1, 3 e 5 m e os erros referidos a 3 m*

| <i>cidade</i> | <i>longitude (graus)</i> | <i>latitude (graus)</i> | <i>altitude (m)</i> | <i>FCA^{médio}_{60Hz} 1 m</i> | <i>FCA^{médio}_{60Hz} 3 m</i> | <i>FCA^{médio}_{60Hz} 5 m</i> | <i>FCA^{médio}_{60Hz} médio</i> | <i>erro (±%)</i> |
|---------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|---|---|---|---|----------------------|
| <i>BE</i> | <i>48,48</i> | <i>1,38</i> | <i>16</i> | <i>1,091</i> | <i>1,062</i> | <i>1,041</i> | <i>1,065</i> | <i>2,35</i> |
| <i>BH</i> | <i>43,95</i> | <i>19,85</i> | <i>787</i> | <i>0,956</i> | <i>0,960</i> | <i>0,973</i> | <i>0,963</i> | <i>0,88</i> |
| <i>BR</i> | <i>47,92</i> | <i>15,87</i> | <i>1060</i> | <i>0,922</i> | <i>0,925</i> | <i>0,947</i> | <i>0,931</i> | <i>1,34</i> |
| <i>CG</i> | <i>54,67</i> | <i>20,47</i> | <i>558</i> | <i>0,993</i> | <i>0,992</i> | <i>0,994</i> | <i>0,993</i> | <i>0,05</i> |
| <i>CT</i> | <i>49,18</i> | <i>25,52</i> | <i>909</i> | <i>0,936</i> | <i>0,939</i> | <i>0,959</i> | <i>0,945</i> | <i>1,22</i> |
| <i>CV</i> | <i>39,25</i> | <i>17,28</i> | <i>3</i> | <i>1,074</i> | <i>1,050</i> | <i>1,033</i> | <i>1,052</i> | <i>1,95</i> |
| <i>FL</i> | <i>48,55</i> | <i>27,67</i> | <i>7</i> | <i>1,047</i> | <i>1,033</i> | <i>1,022</i> | <i>1,034</i> | <i>1,21</i> |
| <i>FZ</i> | <i>38,53</i> | <i>3,78</i> | <i>24</i> | <i>1,079</i> | <i>1,053</i> | <i>1,035</i> | <i>1,056</i> | <i>2,08</i> |
| <i>GL</i> | <i>43,25</i> | <i>22,83</i> | <i>9</i> | <i>1,066</i> | <i>1,045</i> | <i>1,030</i> | <i>1,047</i> | <i>1,72</i> |
| <i>KP</i> | <i>47,13</i> | <i>23,00</i> | <i>661</i> | <i>0,961</i> | <i>0,965</i> | <i>0,976</i> | <i>0,967</i> | <i>0,78</i> |
| <i>MN</i> | <i>59,98</i> | <i>3,15</i> | <i>83</i> | <i>1,087</i> | <i>1,059</i> | <i>1,039</i> | <i>1,062</i> | <i>2,26</i> |
| <i>MO</i> | <i>35,78</i> | <i>9,51</i> | <i>116</i> | <i>1,065</i> | <i>1,044</i> | <i>1,029</i> | <i>1,046</i> | <i>1,72</i> |
| <i>NT</i> | <i>35,25</i> | <i>5,92</i> | <i>49</i> | <i>1,072</i> | <i>1,049</i> | <i>1,032</i> | <i>1,051</i> | <i>1,90</i> |
| <i>PA</i> | <i>11,18</i> | <i>30,00</i> | <i>20</i> | <i>1,031</i> | <i>1,022</i> | <i>1,015</i> | <i>1,023</i> | <i>0,78</i> |
| <i>RF</i> | <i>34,92</i> | <i>8,13</i> | <i>10</i> | <i>1,079</i> | <i>1,053</i> | <i>1,035</i> | <i>1,056</i> | <i>2,08</i> |
| <i>RJ</i> | <i>43,15</i> | <i>22,92</i> | <i>5</i> | <i>1,062</i> | <i>1,042</i> | <i>1,028</i> | <i>1,044</i> | <i>1,63</i> |
| <i>SL</i> | <i>44,25</i> | <i>2,72</i> | <i>53</i> | <i>1,087</i> | <i>1,059</i> | <i>1,039</i> | <i>1,062</i> | <i>2,26</i> |
| <i>SP</i> | <i>46,65</i> | <i>23,17</i> | <i>805</i> | <i>0,951</i> | <i>0,956</i> | <i>0,970</i> | <i>0,959</i> | <i>0,99</i> |
| <i>SV</i> | <i>38,35</i> | <i>12,90</i> | <i>6</i> | <i>1,078</i> | <i>1,053</i> | <i>1,035</i> | <i>1,055</i> | <i>2,04</i> |
| <i>VT</i> | <i>40,30</i> | <i>20,30</i> | <i>60</i> | <i>1,072</i> | <i>1,049</i> | <i>1,032</i> | <i>1,051</i> | <i>1,90</i> |

*Tabela 1.5 - Valores médios de $FCA^{99\%}_{60Hz}$
para $d = 1, 3$ e 5 m e os erros referidos a 3 m*

| <i>cidade</i> | <i>longitude (graus)</i> | <i>latitude (graus)</i> | <i>altitude (m)</i> | <i>$FCA^{99\%}_{60Hz}$ (1 m)</i> | <i>$FCA^{99\%}_{60Hz}$ (3 m)</i> | <i>$FCA^{99\%}_{60Hz}$ (5 m)</i> | <i>$FCA^{99\%}_{60Hz}$ médio</i> | <i>erro (±%)</i> |
|---------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|---|---|---|---|----------------------|
| <i>BE</i> | <i>48,48</i> | <i>1,38</i> | <i>16</i> | <i>1,067</i> | <i>1,045</i> | <i>1,030</i> | <i>1,05</i> | <i>1,74</i> |
| <i>BH</i> | <i>43,95</i> | <i>19,85</i> | <i>787</i> | <i>0,895</i> | <i>0,900</i> | <i>0,932</i> | <i>0,91</i> | <i>2,01</i> |
| <i>BR</i> | <i>47,92</i> | <i>15,87</i> | <i>1060</i> | <i>0,850</i> | <i>0,846</i> | <i>0,886</i> | <i>0,86</i> | <i>2,11</i> |
| <i>CG</i> | <i>54,67</i> | <i>20,47</i> | <i>558</i> | <i>0,908</i> | <i>0,921</i> | <i>0,946</i> | <i>0,92</i> | <i>2,03</i> |
| <i>CT</i> | <i>49,18</i> | <i>25,52</i> | <i>909</i> | <i>0,877</i> | <i>0,876</i> | <i>0,914</i> | <i>0,89</i> | <i>2,04</i> |
| <i>CV</i> | <i>39,25</i> | <i>17,28</i> | <i>3</i> | <i>1,034</i> | <i>1,024</i> | <i>1,016</i> | <i>1,02</i> | <i>0,89</i> |
| <i>FL</i> | <i>48,55</i> | <i>27,67</i> | <i>7</i> | <i>0,981</i> | <i>0,988</i> | <i>0,992</i> | <i>0,99</i> | <i>0,60</i> |
| <i>FZ</i> | <i>38,53</i> | <i>3,78</i> | <i>24</i> | <i>1,043</i> | <i>1,029</i> | <i>1,019</i> | <i>1,03</i> | <i>1,15</i> |
| <i>GL</i> | <i>43,25</i> | <i>22,83</i> | <i>9</i> | <i>1,016</i> | <i>1,012</i> | <i>1,009</i> | <i>1,01</i> | <i>0,37</i> |
| <i>KP</i> | <i>47,13</i> | <i>23,00</i> | <i>661</i> | <i>0,891</i> | <i>0,896</i> | <i>0,928</i> | <i>0,91</i> | <i>2,06</i> |
| <i>MN</i> | <i>59,98</i> | <i>3,15</i> | <i>83</i> | <i>1,060</i> | <i>1,040</i> | <i>1,027</i> | <i>1,04</i> | <i>1,58</i> |
| <i>MO</i> | <i>35,78</i> | <i>9,51</i> | <i>116</i> | <i>1,026</i> | <i>1,019</i> | <i>1,012</i> | <i>1,02</i> | <i>0,64</i> |
| <i>NT</i> | <i>35,25</i> | <i>5,92</i> | <i>49</i> | <i>1,038</i> | <i>1,027</i> | <i>1,017</i> | <i>1,03</i> | <i>1,00</i> |
| <i>PA</i> | <i>11,18</i> | <i>30,00</i> | <i>20</i> | <i>0,964</i> | <i>0,976</i> | <i>0,984</i> | <i>0,97</i> | <i>1,03</i> |
| <i>RF</i> | <i>34,92</i> | <i>8,13</i> | <i>10</i> | <i>1,050</i> | <i>1,033</i> | <i>1,022</i> | <i>1,04</i> | <i>1,35</i> |
| <i>RJ</i> | <i>43,15</i> | <i>22,92</i> | <i>5</i> | <i>1,009</i> | <i>1,008</i> | <i>1,005</i> | <i>1,01</i> | <i>0,19</i> |
| <i>SL</i> | <i>44,25</i> | <i>2,72</i> | <i>53</i> | <i>1,062</i> | <i>1,041</i> | <i>1,028</i> | <i>1,04</i> | <i>1,64</i> |
| <i>SP</i> | <i>46,65</i> | <i>23,17</i> | <i>805</i> | <i>0,892</i> | <i>0,896</i> | <i>0,928</i> | <i>0,91</i> | <i>1,97</i> |
| <i>SV</i> | <i>38,35</i> | <i>12,90</i> | <i>6</i> | <i>1,042</i> | <i>1,029</i> | <i>1,019</i> | <i>1,03</i> | <i>1,12</i> |
| <i>VT</i> | <i>40,30</i> | <i>20,30</i> | <i>60</i> | <i>1,027</i> | <i>1,020</i> | <i>1,013</i> | <i>1,02</i> | <i>0,71</i> |

*Tabela 1.6 - Valores médios de $FCA_{imp}^{médio}$
para $d = 1, 3$ e 5 m e os erros referidos a 3 m*

| <i>cidade</i> | <i>longitude (graus)</i> | <i>latitude (graus)</i> | <i>altitude (m)</i> | $FCA_{imp}^{médio}$ (1 m) | $FCA_{imp}^{médio}$ (3 m) | $FCA_{imp}^{médio}$ (5 m) | $FCA_{imp}^{médio}$ médio | <i>erro (±%)</i> |
|---------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------|
| BE | 48,48 | 1,38 | 16 | 1,075 | 1,041 | 1,025 | 1,047 | 2,39 |
| BH | 43,95 | 19,85 | 787 | 0,936 | 0,962 | 0,976 | 0,958 | 2,09 |
| BR | 47,92 | 15,87 | 1060 | 0,902 | 0,932 | 0,957 | 0,930 | 2,96 |
| CG | 54,67 | 20,47 | 558 | 0,968 | 0,987 | 0,992 | 0,982 | 1,22 |
| CT | 49,18 | 25,52 | 909 | 0,925 | 0,948 | 0,967 | 0,947 | 2,22 |
| CV | 39,25 | 17,28 | 3 | 1,056 | 1,034 | 1,021 | 1,037 | 1,69 |
| FL | 48,55 | 27,67 | 7 | 1,036 | 1,023 | 1,014 | 1,024 | 1,07 |
| FZ | 38,53 | 3,78 | 24 | 1,058 | 1,035 | 1,021 | 1,038 | 1,78 |
| GL | 43,25 | 22,83 | 9 | 1,049 | 1,030 | 1,018 | 1,032 | 1,50 |
| KP | 47,13 | 23,00 | 661 | 0,946 | 0,967 | 0,979 | 0,964 | 1,71 |
| MN | 59,98 | 3,15 | 83 | 1,067 | 1,039 | 1,023 | 1,043 | 2,11 |
| MO | 35,78 | 9,51 | 116 | 1,041 | 1,028 | 1,017 | 1,029 | 1,17 |
| NT | 35,25 | 5,92 | 49 | 1,049 | 1,032 | 1,019 | 1,033 | 1,45 |
| PA | 11,18 | 30,00 | 20 | 1,025 | 1,015 | 1,009 | 1,016 | 0,79 |
| RF | 34,92 | 8,13 | 10 | 1,059 | 1,035 | 1,021 | 1,038 | 1,83 |
| RJ | 43,15 | 22,92 | 5 | 1,045 | 1,028 | 1,017 | 1,030 | 1,36 |
| SL | 44,25 | 2,72 | 53 | 1,067 | 1,039 | 1,023 | 1,043 | 2,11 |
| SP | 46,65 | 23,17 | 805 | 0,936 | 0,960 | 0,975 | 0,957 | 2,04 |
| SV | 38,35 | 12,90 | 6 | 1,059 | 1,035 | 1,021 | 1,038 | 1,83 |
| VT | 40,30 | 20,30 | 60 | 1,055 | 1,033 | 1,020 | 1,036 | 1,69 |

Tabela 1.7 - Valores médios de $FCA_{imp}^{90\%}$
para $d = 1, 3$ e 5 m e os erros referidos a 3 m

| cidade | longitude (graus) | latitude (graus) | altitude (m) | $FCA_{imp}^{90\%}$ (1 m) | $FCA_{imp}^{90\%}$ (3 m) | $FCA_{imp}^{90\%}$ (5 m) | $FCA_{imp}^{90\%}$ médio | erro ($\pm\%$) |
|--------|----------------------|---------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|
| BE | 48,48 | 1,38 | 16 | 1,0542 | 1,0339 | 1,0228 | 1,0370 | 1,51 |
| BH | 43,95 | 19,85 | 787 | 0,9150 | 0,9387 | 0,9475 | 0,9337 | 1,74 |
| BR | 47,92 | 15,87 | 1060 | 0,8790 | 0,8976 | 0,8899 | 0,8889 | 0,61 |
| CG | 54,67 | 20,47 | 558 | 0,9365 | 0,9598 | 0,9551 | 0,9505 | 0,98 |
| CT | 49,18 | 25,52 | 909 | 0,9077 | 0,9239 | 0,9352 | 0,9222 | 1,49 |
| CV | 39,25 | 17,28 | 3 | 1,0325 | 1,0239 | 1,0164 | 1,0243 | 0,78 |
| FL | 48,55 | 27,67 | 7 | 1,0086 | 1,0073 | 1,0026 | 1,0062 | 0,29 |
| FZ | 38,53 | 3,78 | 24 | 1,0329 | 1,0251 | 1,0166 | 1,0249 | 0,80 |
| GL | 43,25 | 22,83 | 9 | 1,0231 | 1,0179 | 1,0114 | 1,0175 | 0,57 |
| KP | 47,13 | 23,00 | 661 | 0,9217 | 0,9401 | 0,9412 | 0,9343 | 1,05 |
| MN | 59,98 | 3,15 | 83 | 1,0450 | 1,0312 | 1,0203 | 1,0321 | 1,20 |
| MO | 35,78 | 9,51 | 116 | 1,0190 | 1,0177 | 1,0122 | 1,0163 | 0,33 |
| NT | 35,25 | 5,92 | 49 | 1,0278 | 1,0229 | 1,0153 | 1,0220 | 0,61 |
| PA | 11,18 | 30,00 | 20 | 0,9998 | 0,9985 | 0,9963 | 0,9982 | 0,17 |
| RF | 34,92 | 8,13 | 10 | 1,0389 | 1,0272 | 1,0183 | 1,0281 | 1,00 |
| RJ | 43,15 | 22,92 | 5 | 1,0189 | 1,0151 | 1,0095 | 1,0145 | 0,47 |
| SL | 44,25 | 2,72 | 53 | 1,0456 | 1,0314 | 1,0205 | 1,0325 | 1,21 |
| SP | 46,65 | 23,17 | 805 | 0,9172 | 0,9368 | 0,9465 | 0,9335 | 1,57 |
| SV | 38,35 | 12,90 | 6 | 1,0365 | 1,0259 | 1,0173 | 1,0265 | 0,94 |
| VT | 40,30 | 20,30 | 60 | 1,0303 | 1,0220 | 1,0146 | 1,0223 | 0,77 |

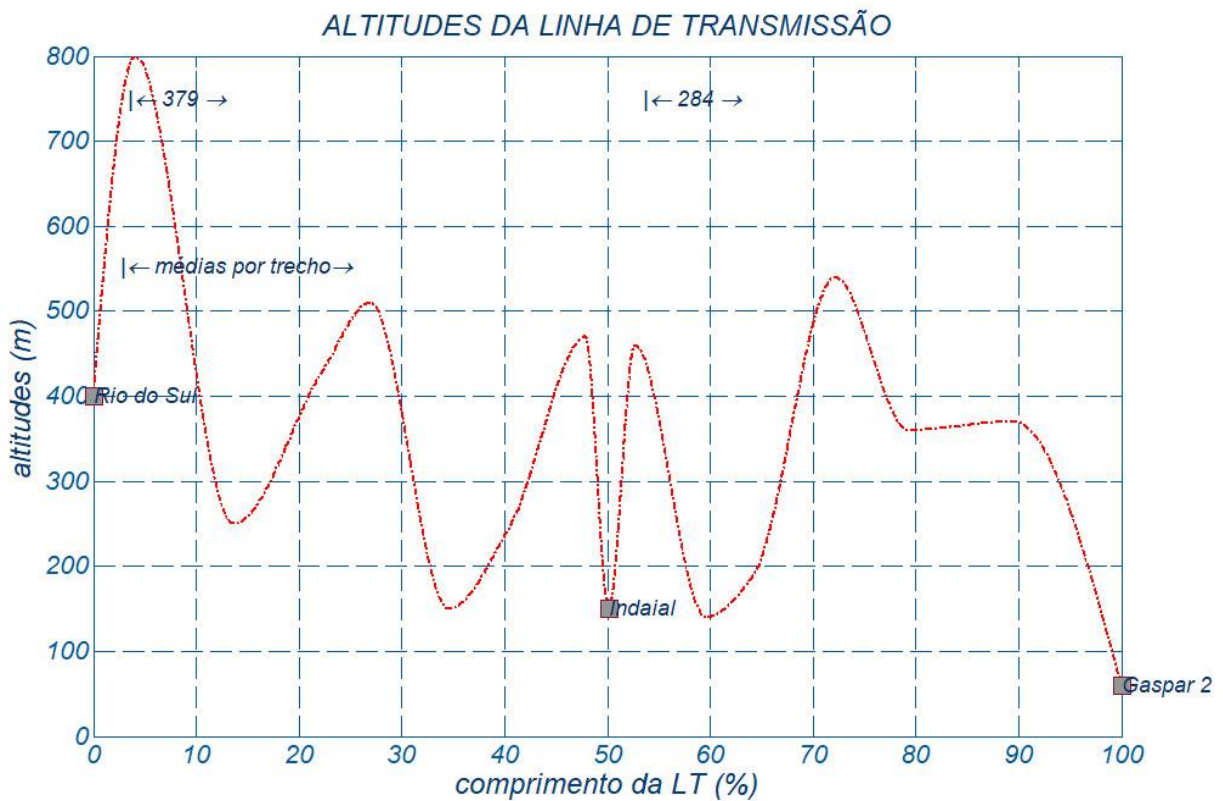
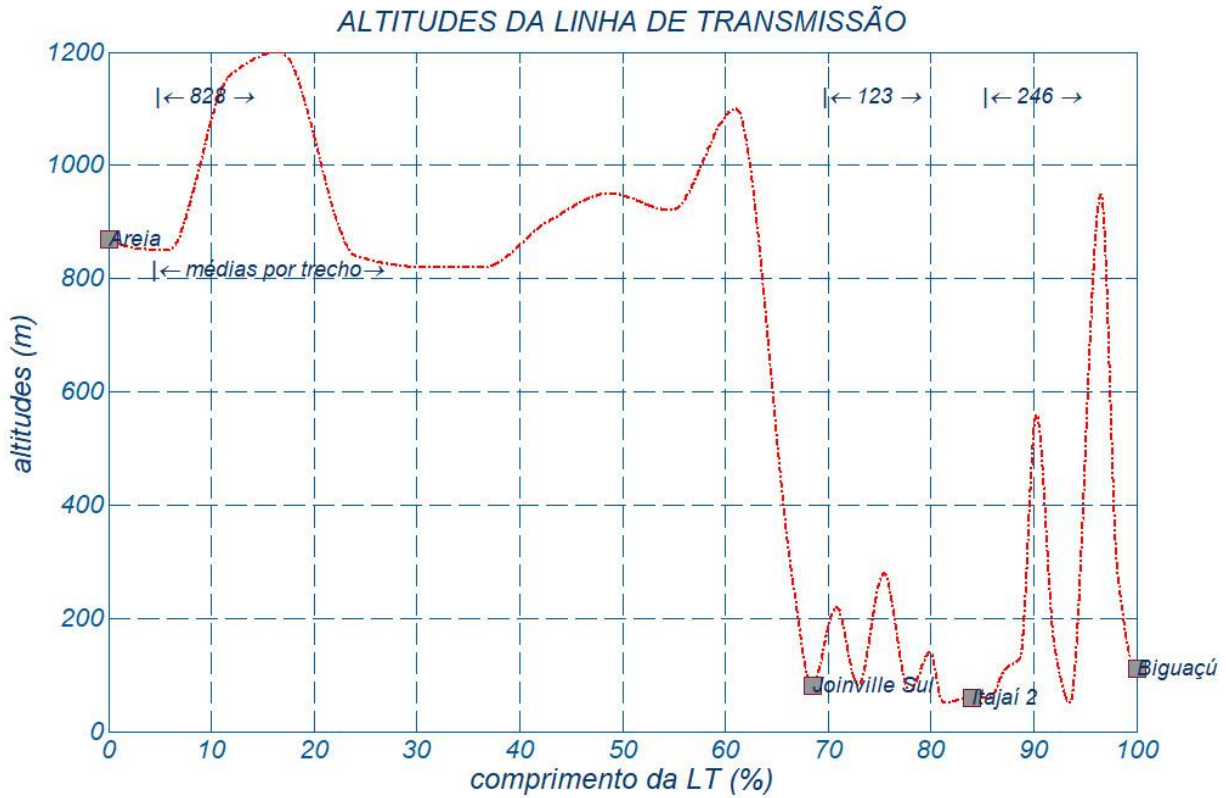
Em conseqüência, é possível que se faça uso dos valores de FCA no entorno de 3 m, com erros médios de $1,56\%$, $1,31\%$ e $1,75\%$ respectivamente para $FCA_{60Hz}^{médio}$, $FCA_{60Hz}^{99\%}$ e $FCA_{imp}^{médio}$, e aplicáveis na faixa de 1 a 5 m de comprimento de gaps em ar sem comprometimento da precisão.

Anexo 2 Características das estações do INMET

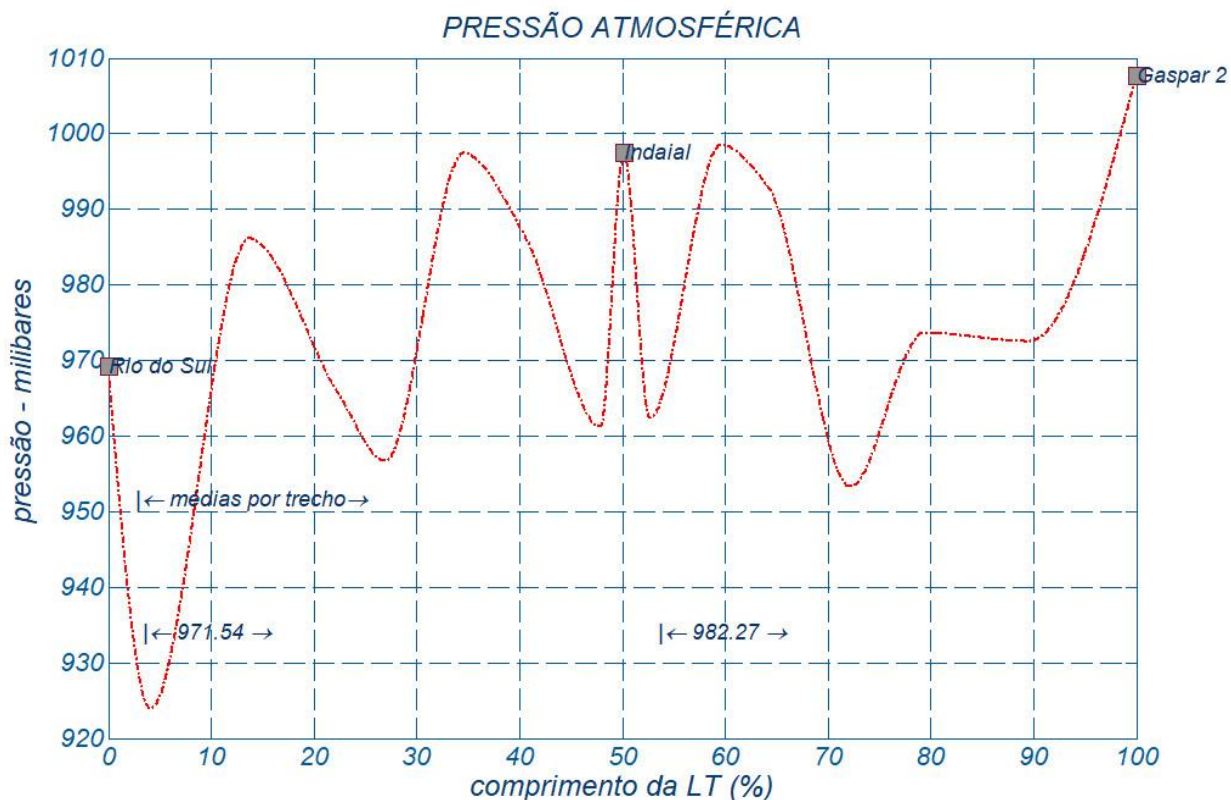
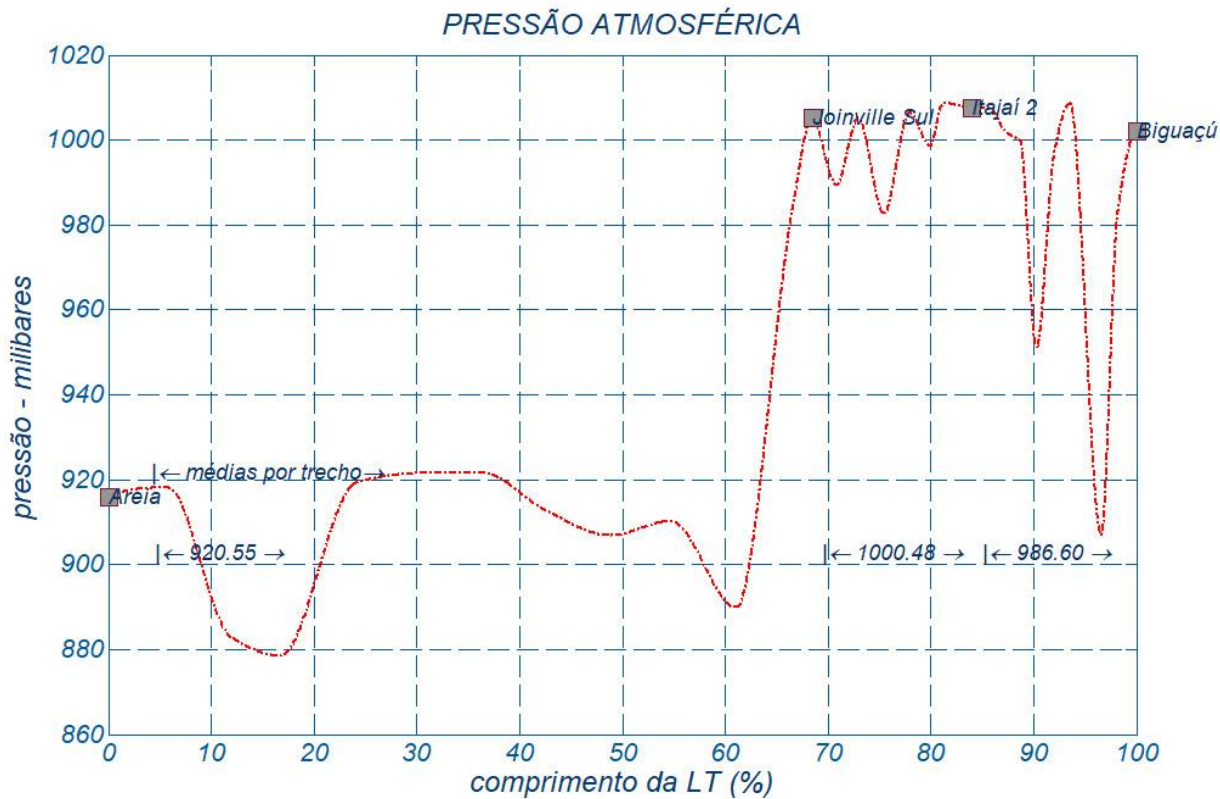
Tabela 2 - Características das estações meteorológicas

| <i>estação</i> | <i>longitude (°)</i> | <i>latitude (°)</i> | <i>altitude (m)</i> |
|----------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <i>Bom Jesus</i> | <i>50.43</i> | <i>28.67</i> | <i>1048</i> |
| <i>Caxias do Sul</i> | <i>51.20</i> | <i>29.17</i> | <i>760</i> |
| <i>Chapecó</i> | <i>52.62</i> | <i>27.12</i> | <i>668</i> |
| <i>Curitiba</i> | <i>49.27</i> | <i>25.42</i> | <i>924</i> |
| <i>Florianópolis</i> | <i>48.57</i> | <i>27.58</i> | <i>2</i> |
| <i>Foz do Iguaçu</i> | <i>54.57</i> | <i>25.55</i> | <i>154</i> |
| <i>Indaial</i> | <i>49.22</i> | <i>26.90</i> | <i>68</i> |
| <i>Iraí</i> | <i>53.23</i> | <i>27.18</i> | <i>247</i> |
| <i>Paranaguá</i> | <i>48.52</i> | <i>25.52</i> | <i>5</i> |
| <i>Passo Fundo</i> | <i>52.40</i> | <i>28.25</i> | <i>684</i> |
| <i>Porto União</i> | <i>51.07</i> | <i>26.23</i> | <i>778</i> |
| <i>Rio Negro</i> | <i>49.80</i> | <i>26.10</i> | <i>824</i> |
| <i>Santa Maria</i> | <i>53.70</i> | <i>29.70</i> | <i>95</i> |
| <i>São Joaquim</i> | <i>49.92</i> | <i>28.28</i> | <i>1402</i> |
| <i>Torres</i> | <i>49.73</i> | <i>29.33</i> | <i>31</i> |
| <i>Santa Maria</i> | <i>53.80</i> | <i>29.64</i> | <i>200</i> |

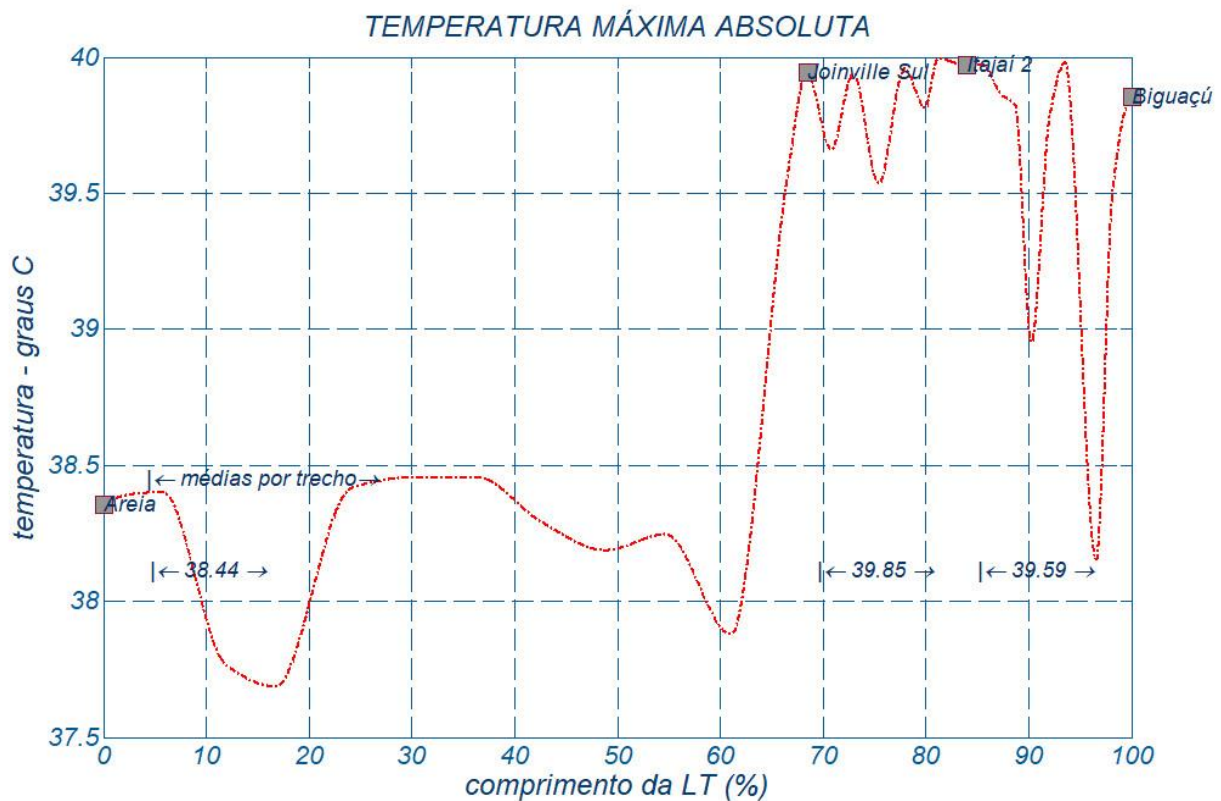
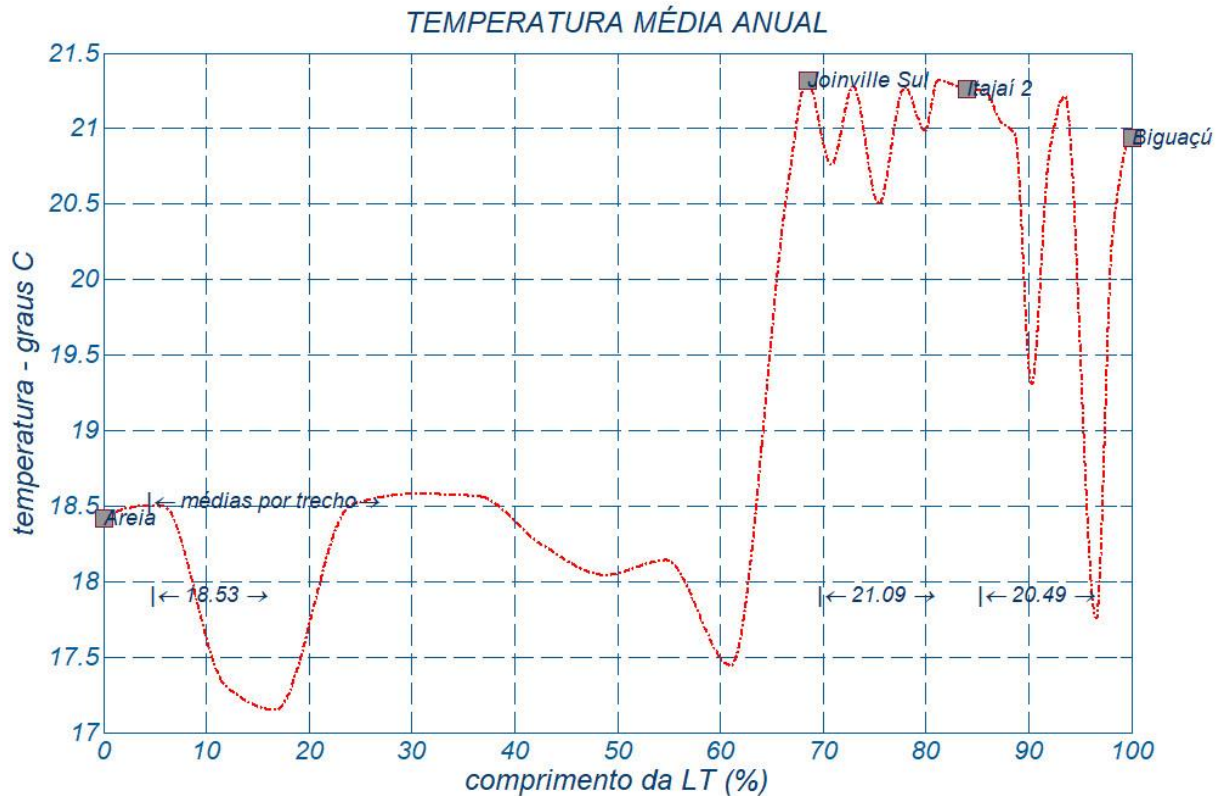
Anexo 3 Mapa das altitudes



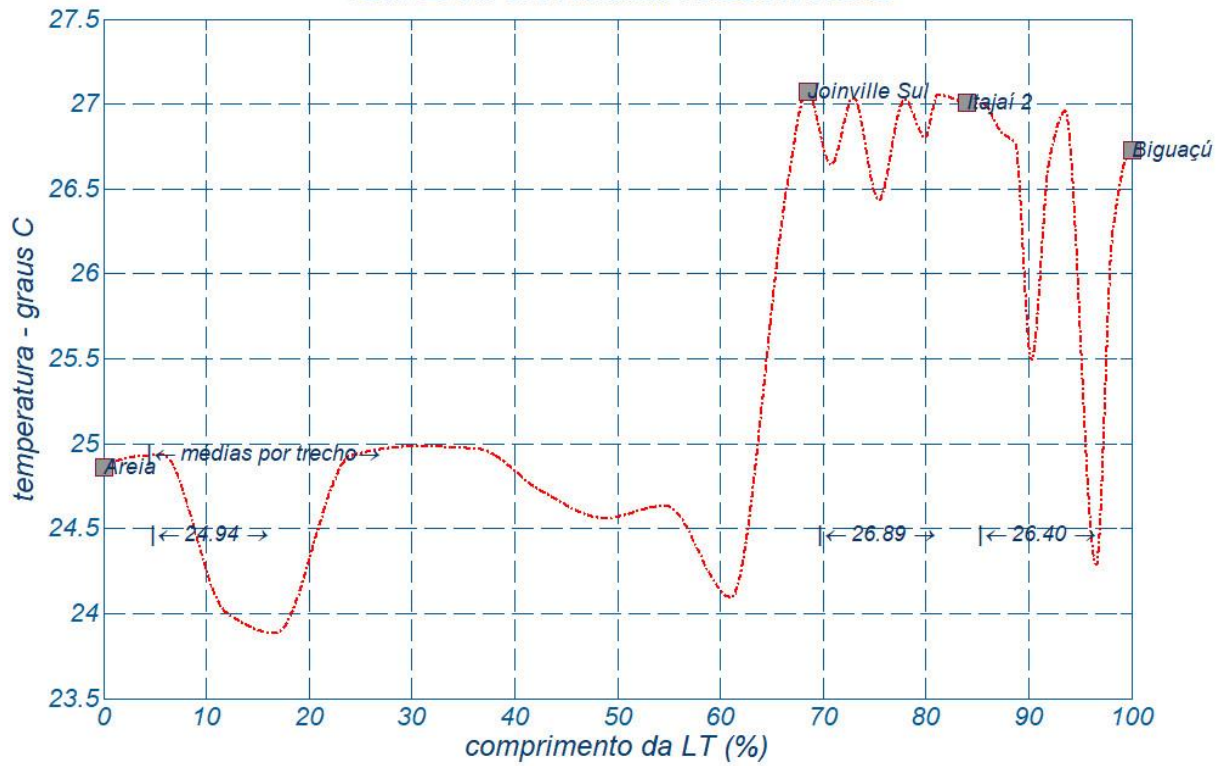
Anexo 4 Mapa das pressões atmosféricas



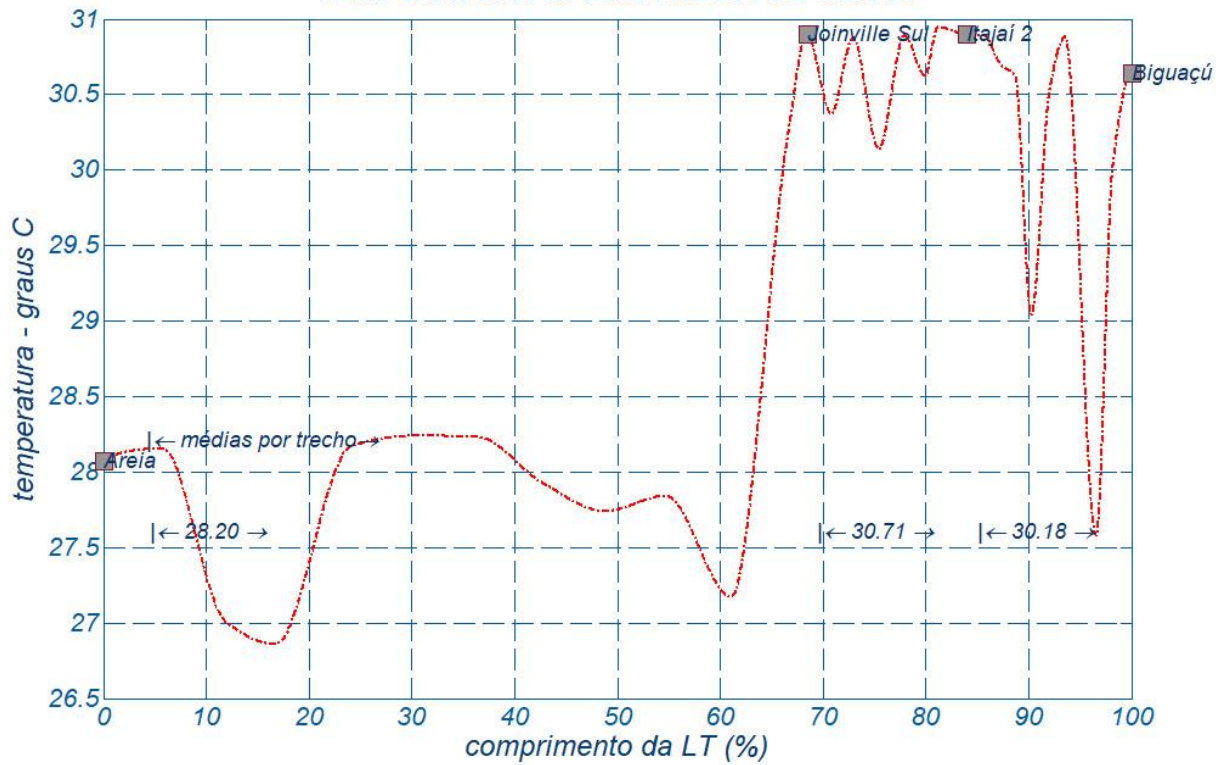
Anexo 5 Mapas das temperaturas ambientes



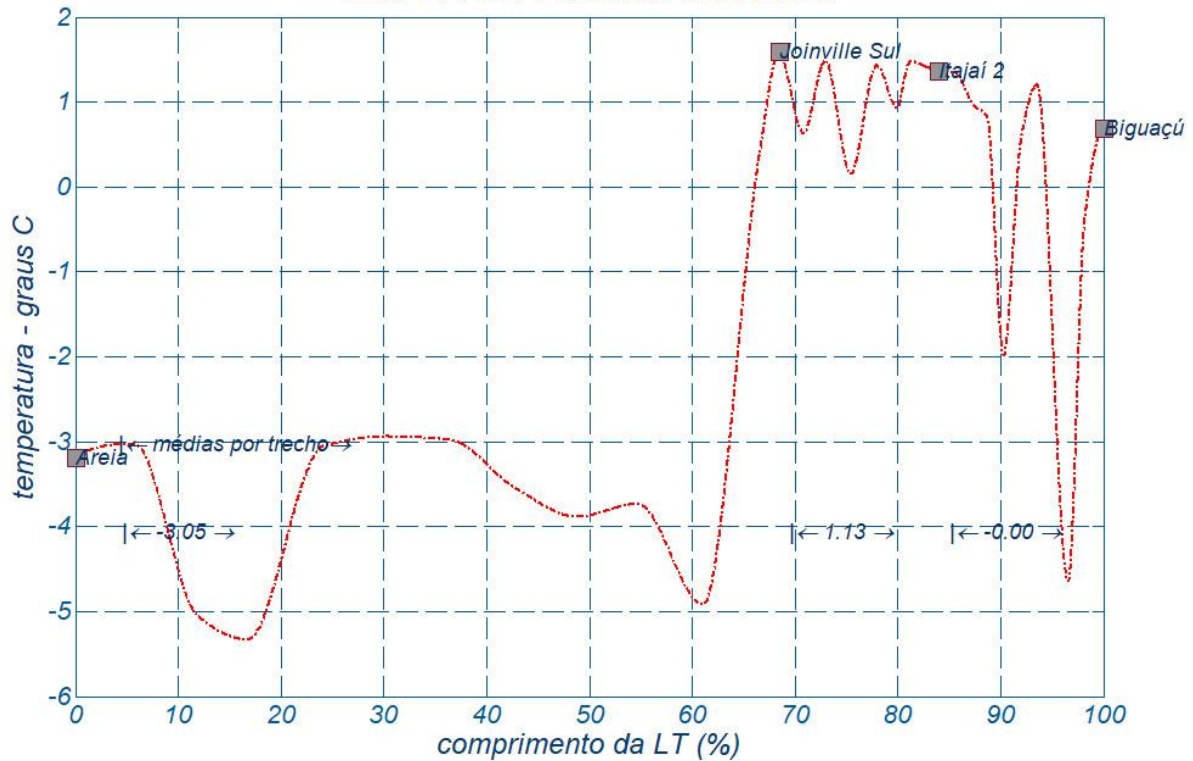
TEMPERATURA MÁXIMA MÉDIA ANUAL



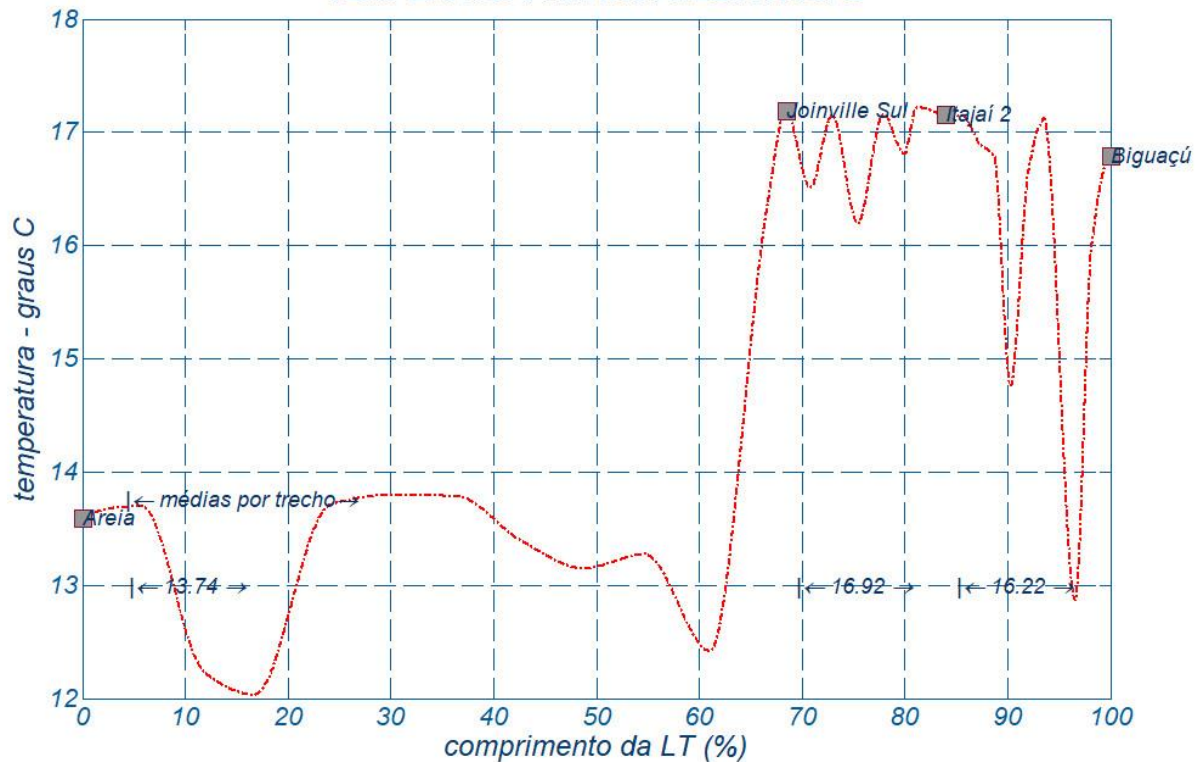
TEMPERATURA MÁXIMA MÉDIA DE VERÃO

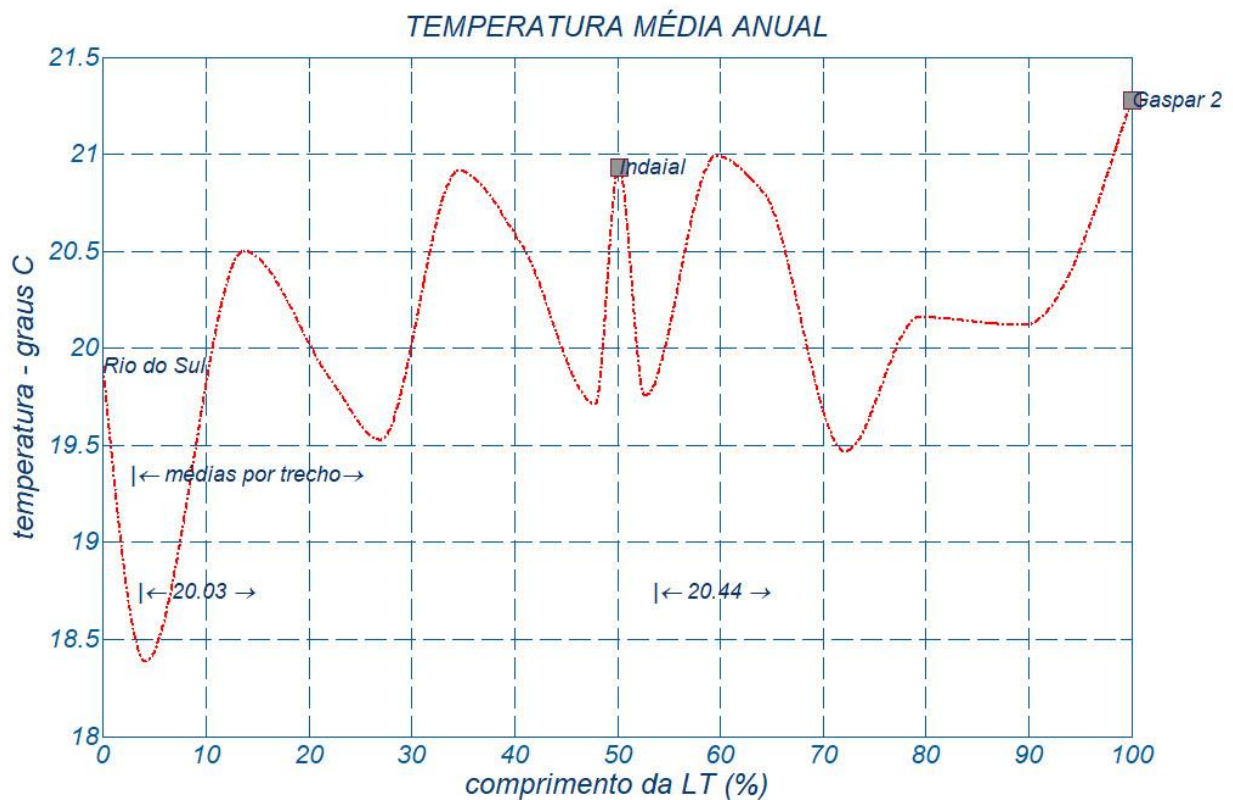
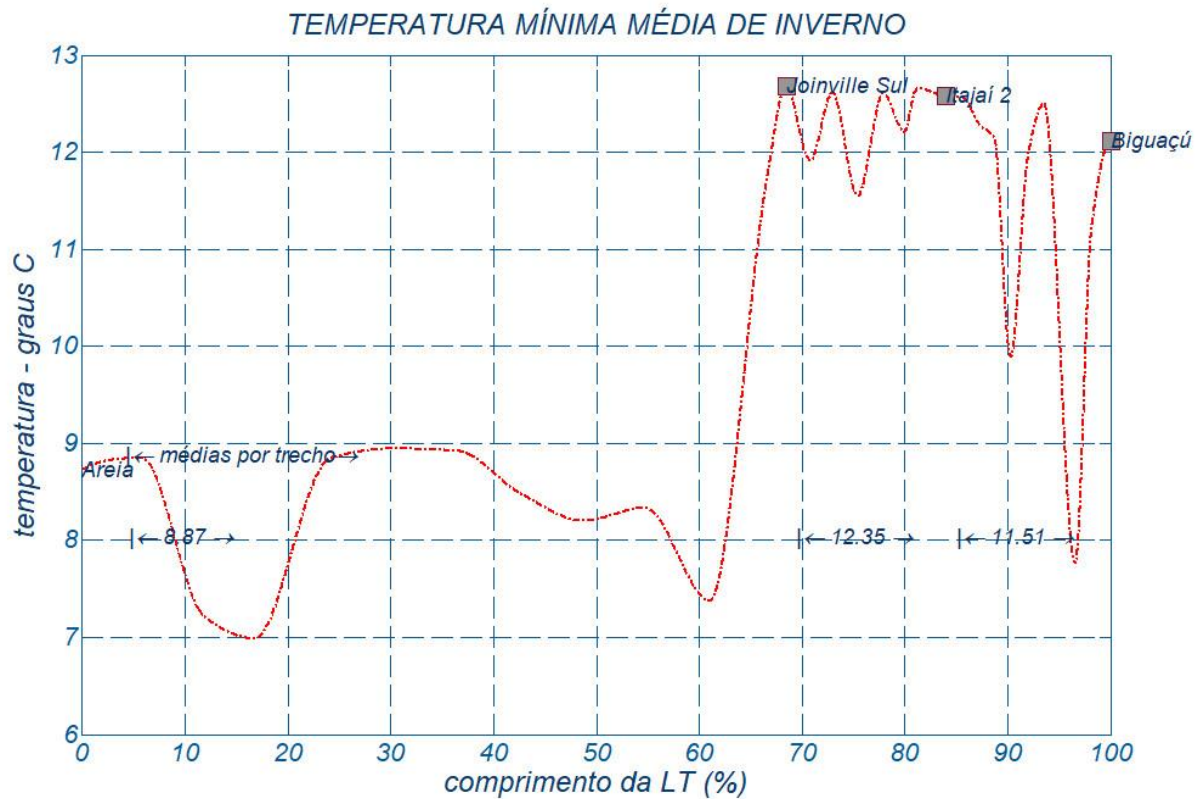


TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA

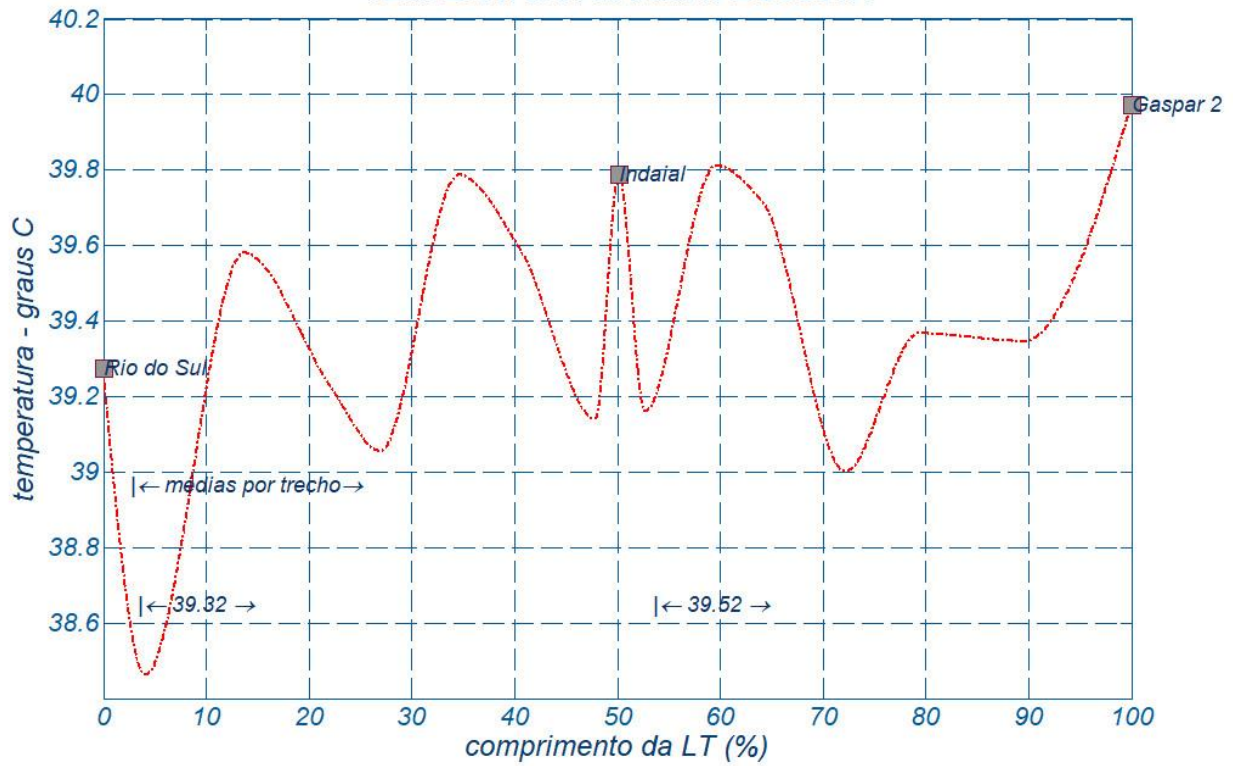


TEMPERATURA MÍNIMA MÉDIA ANUAL

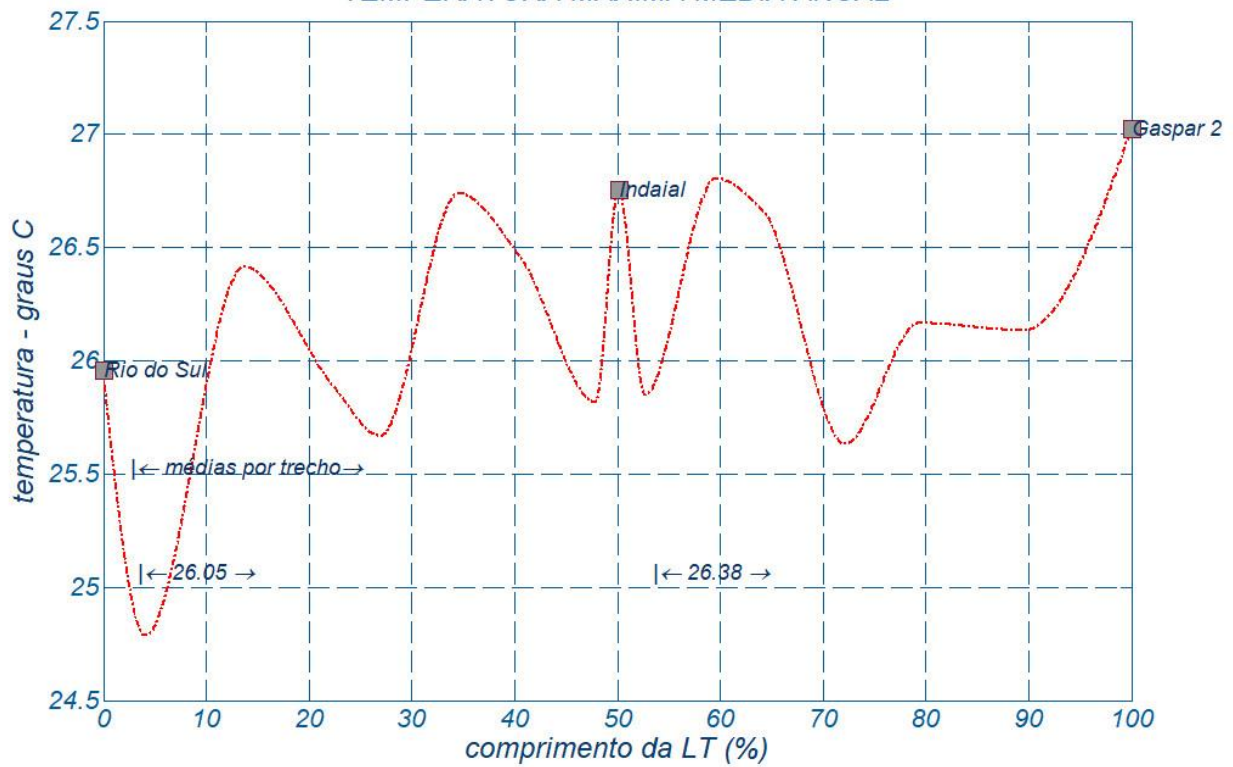


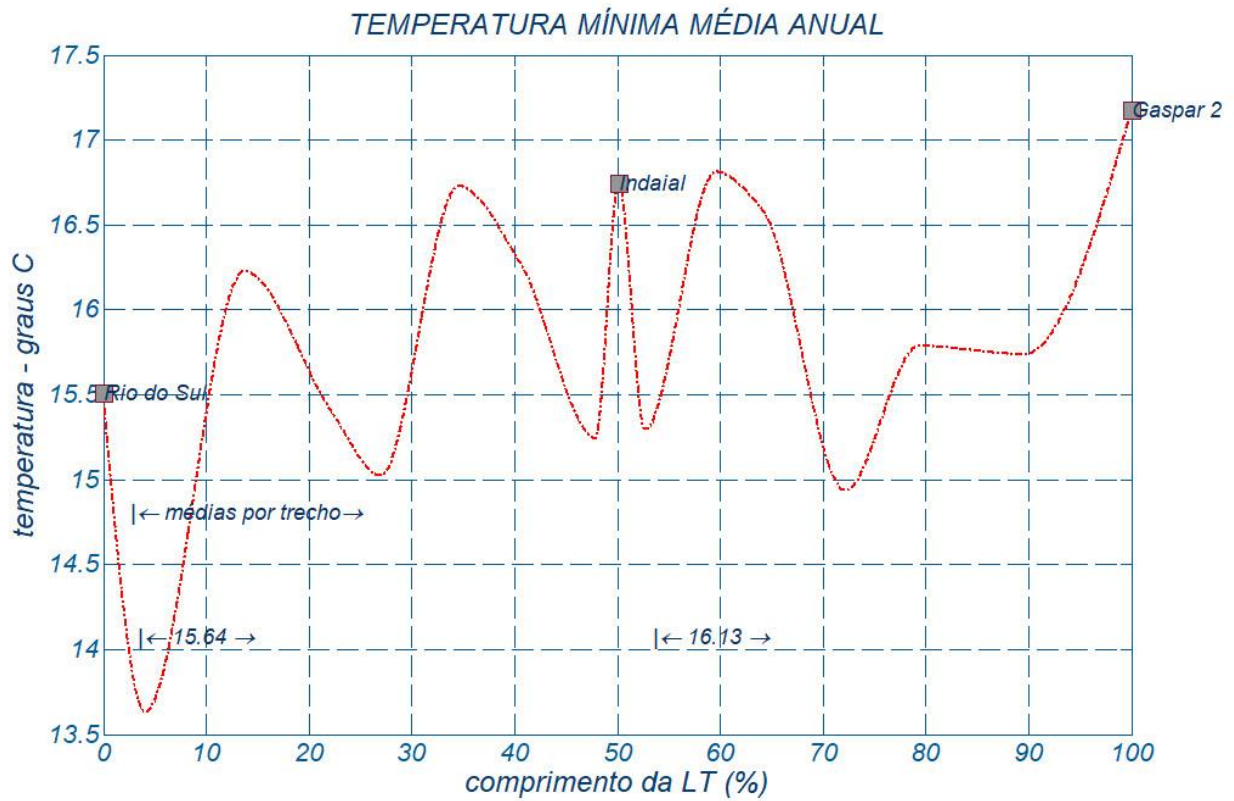
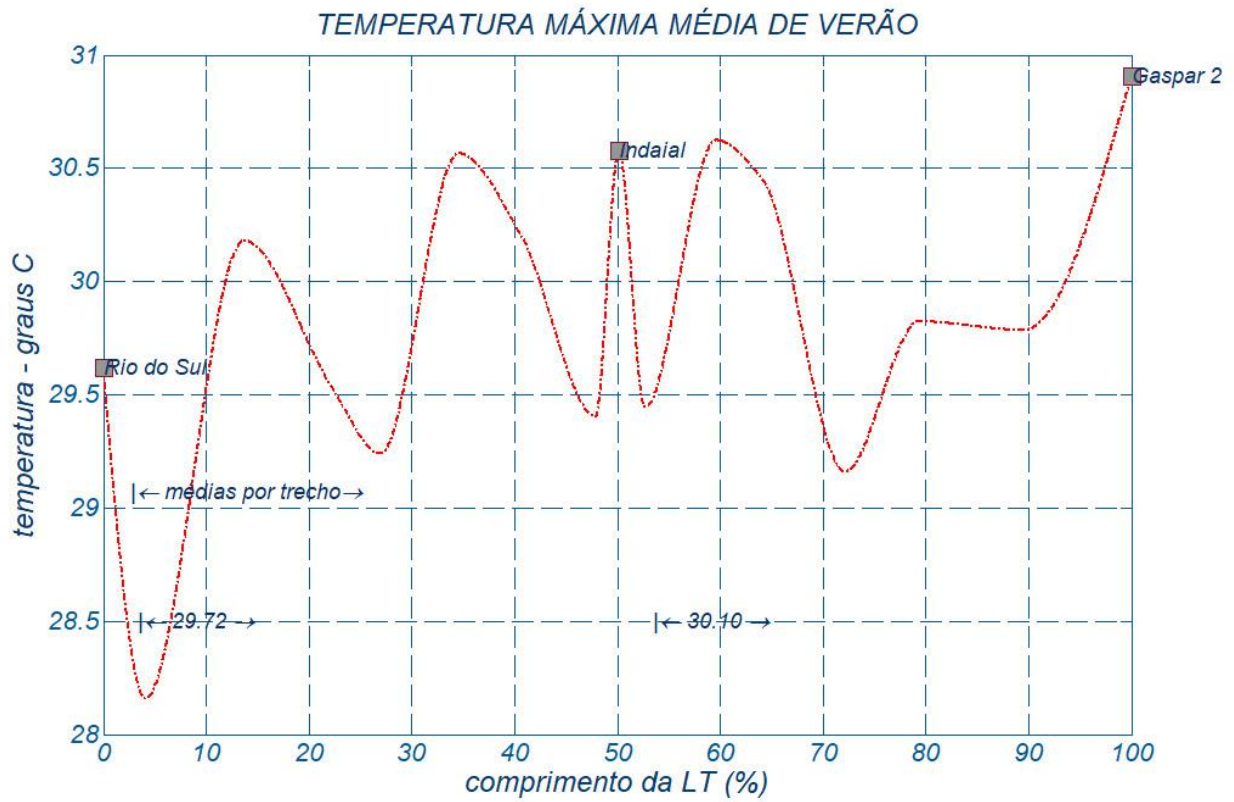


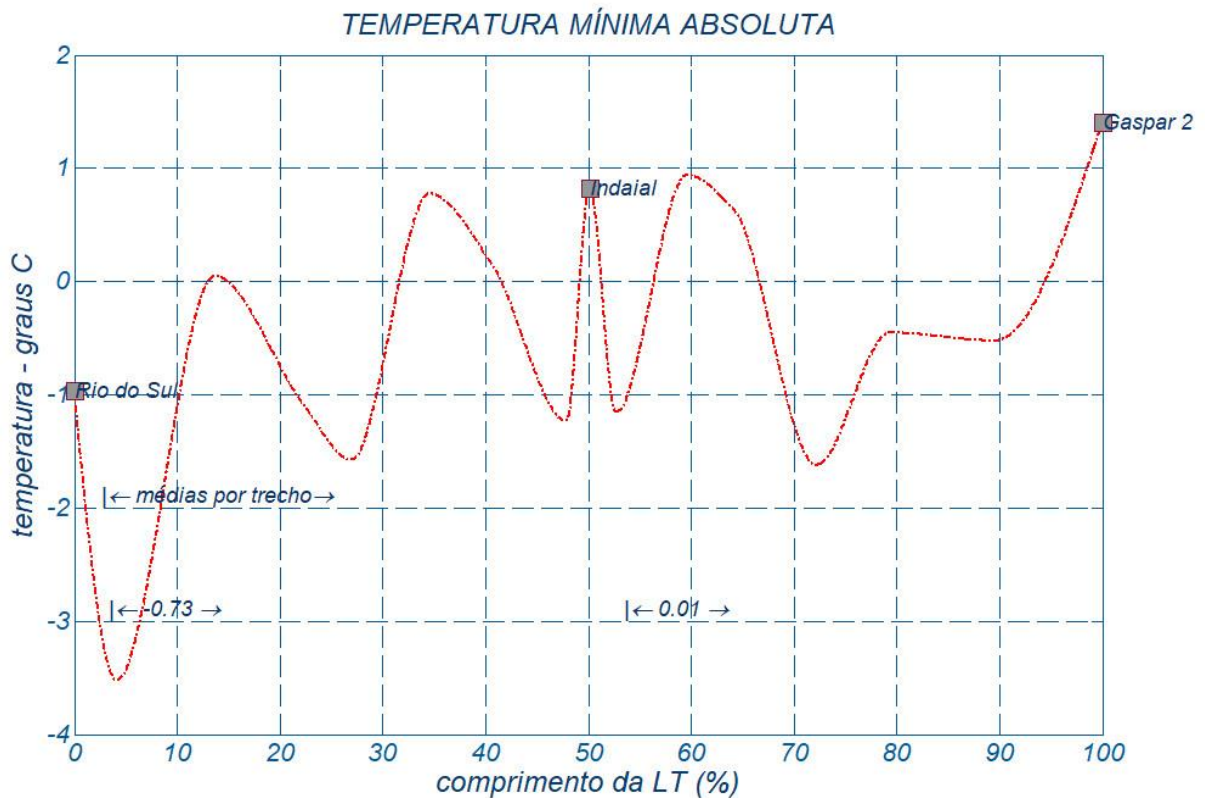
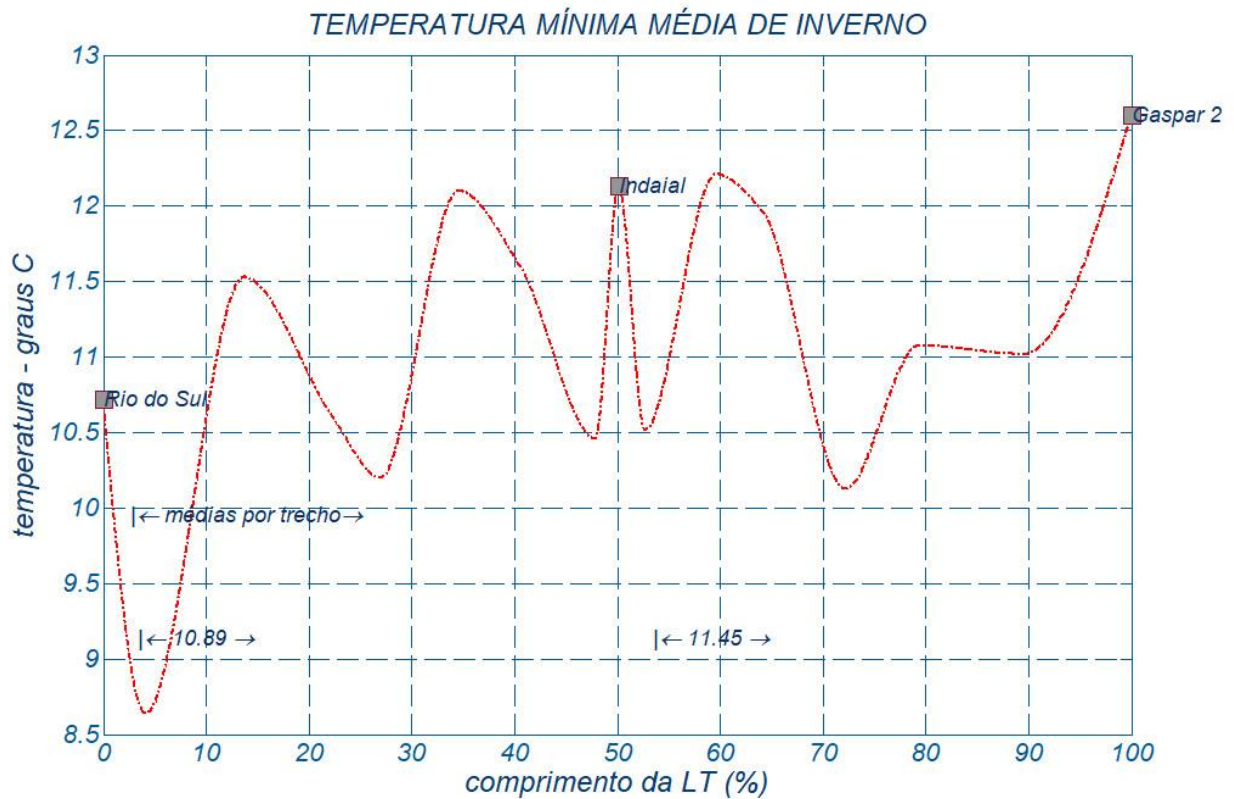
TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA



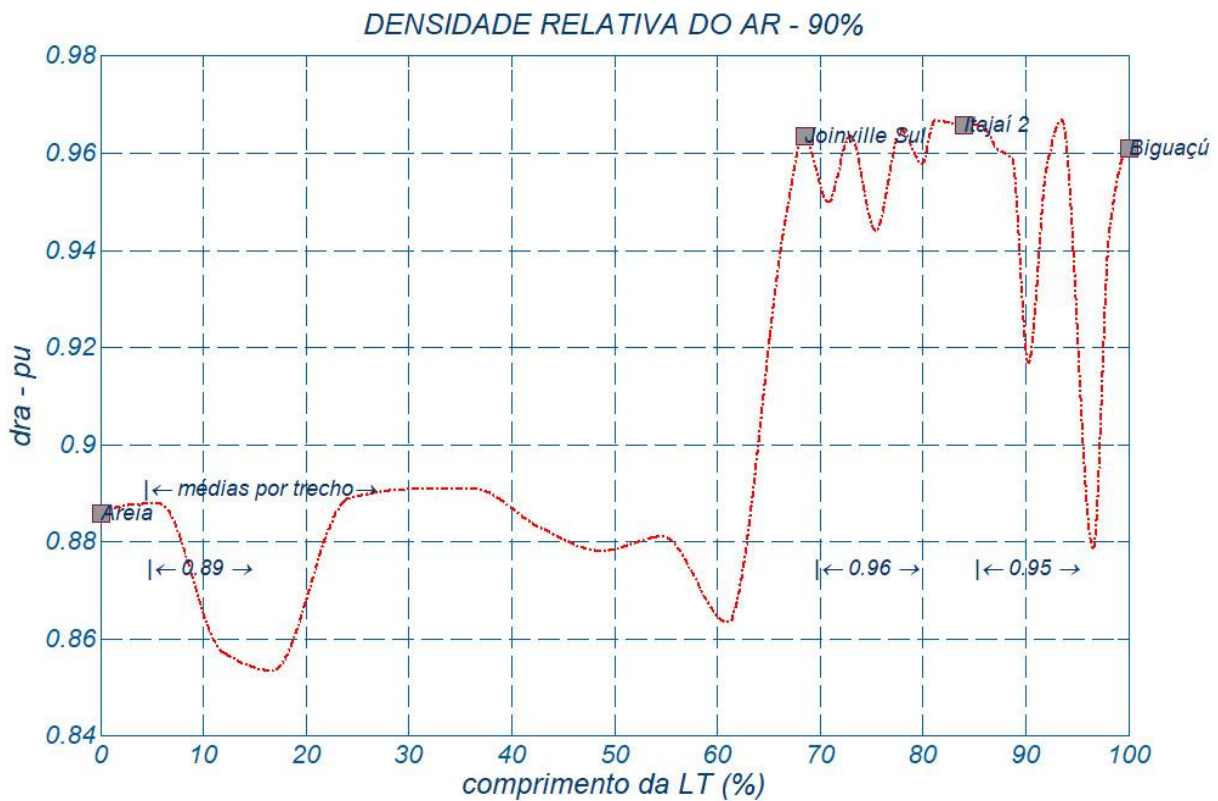
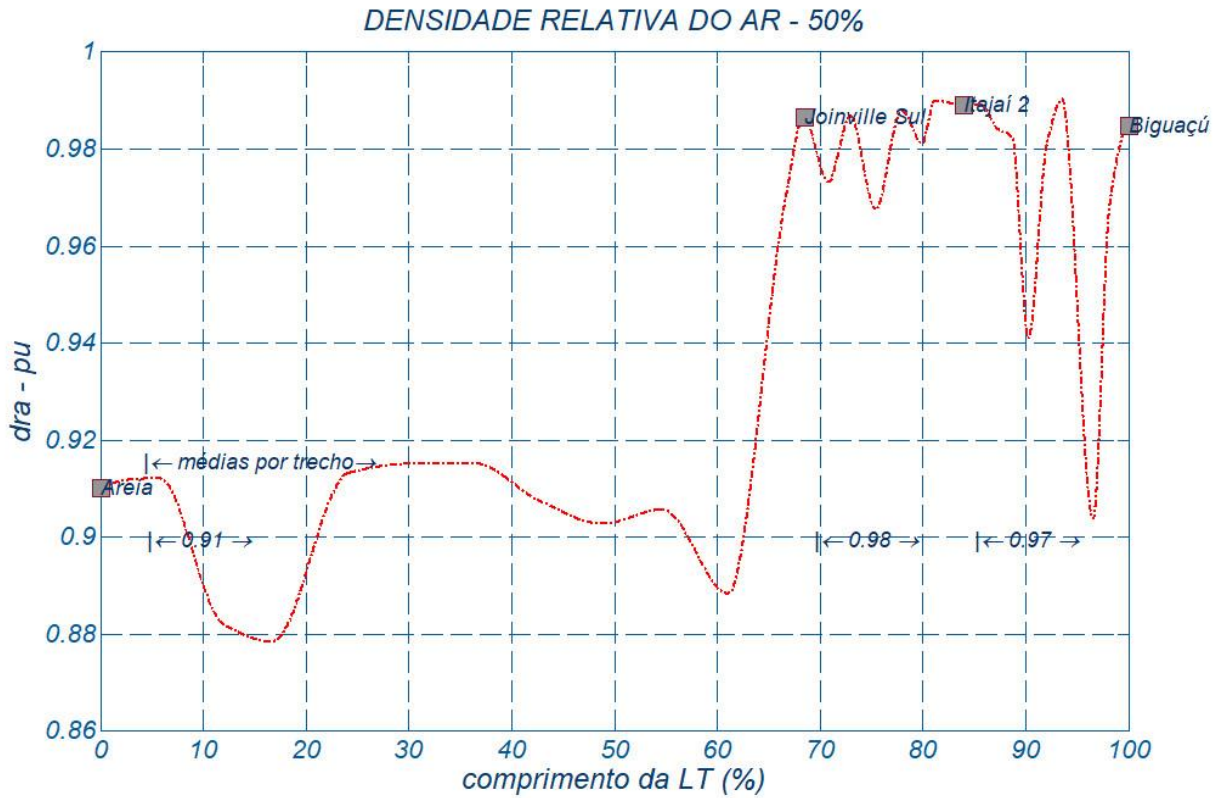
TEMPERATURA MÁXIMA MÉDIA ANUAL

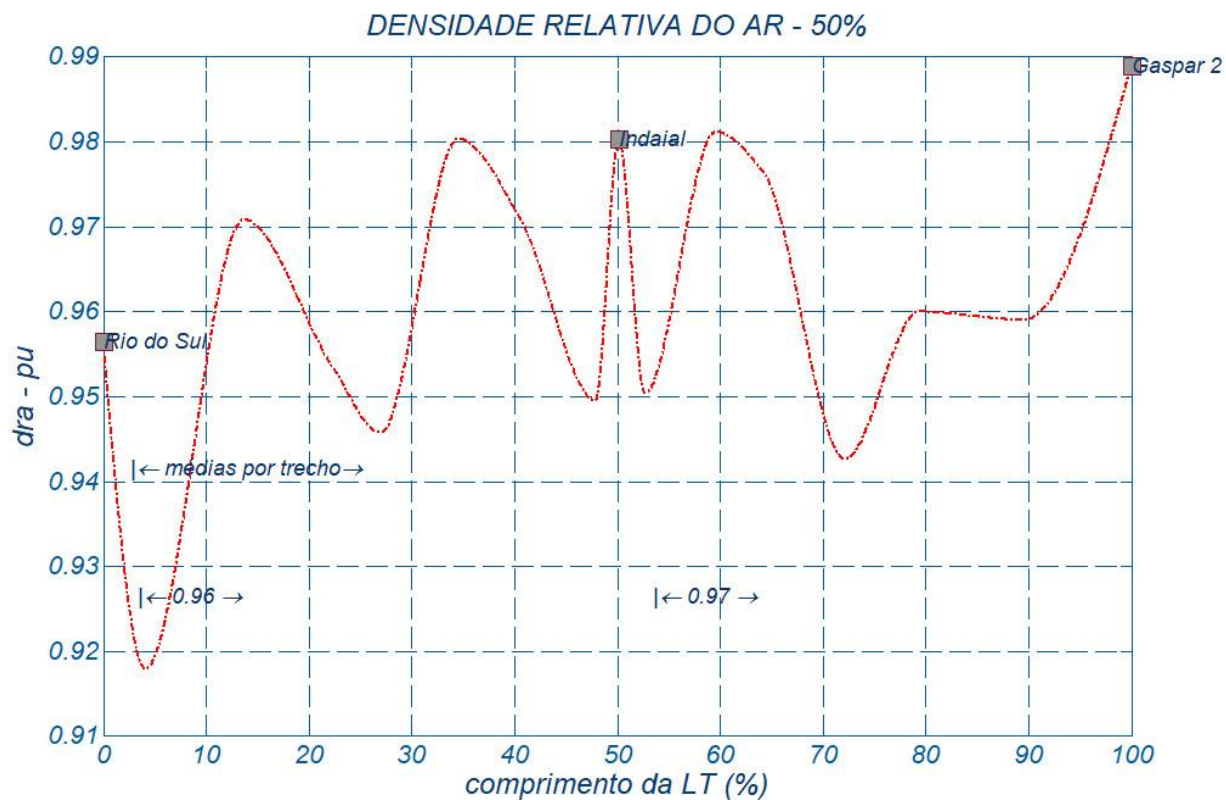
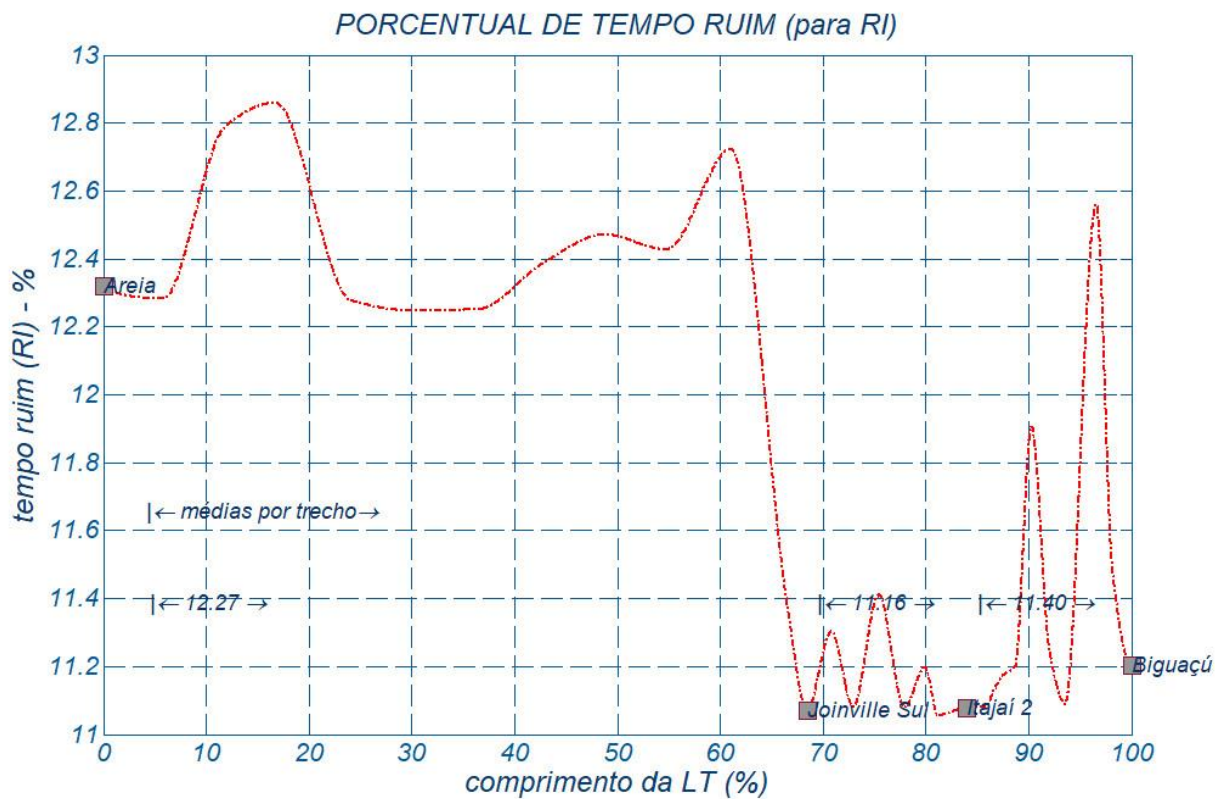


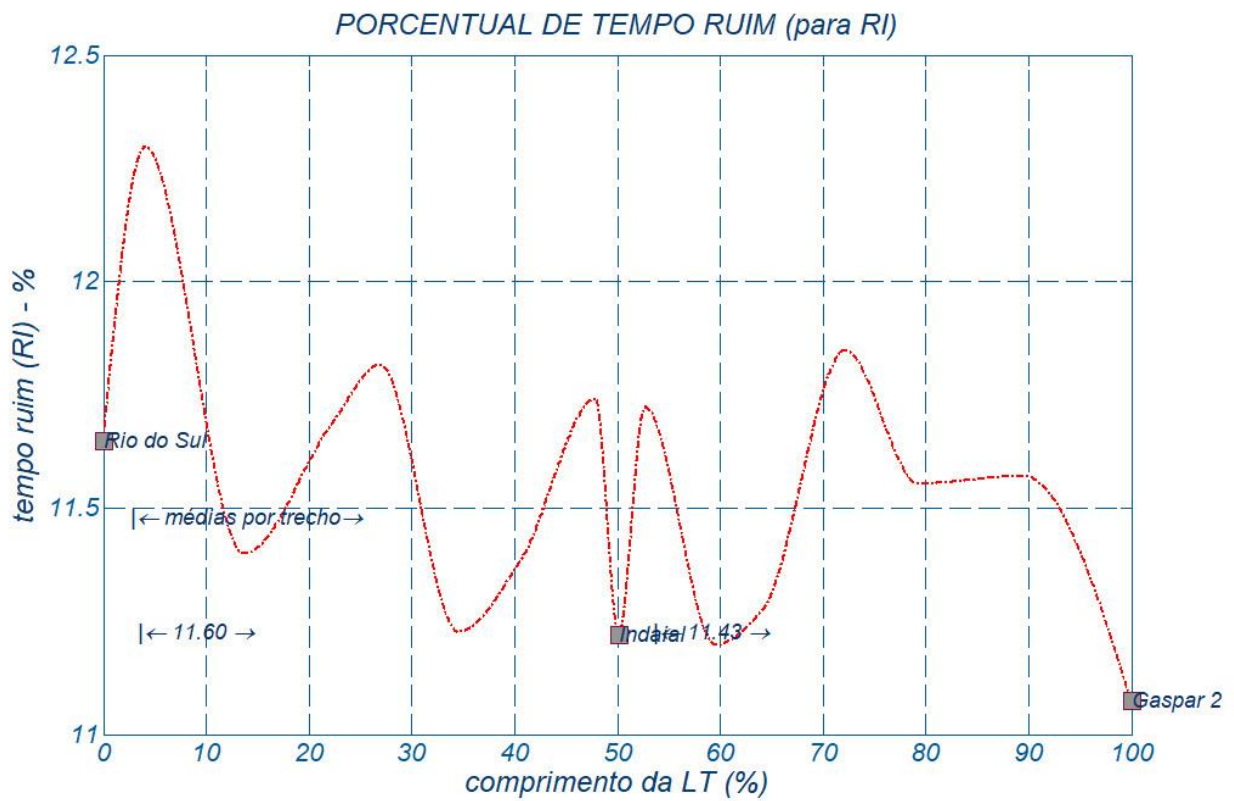
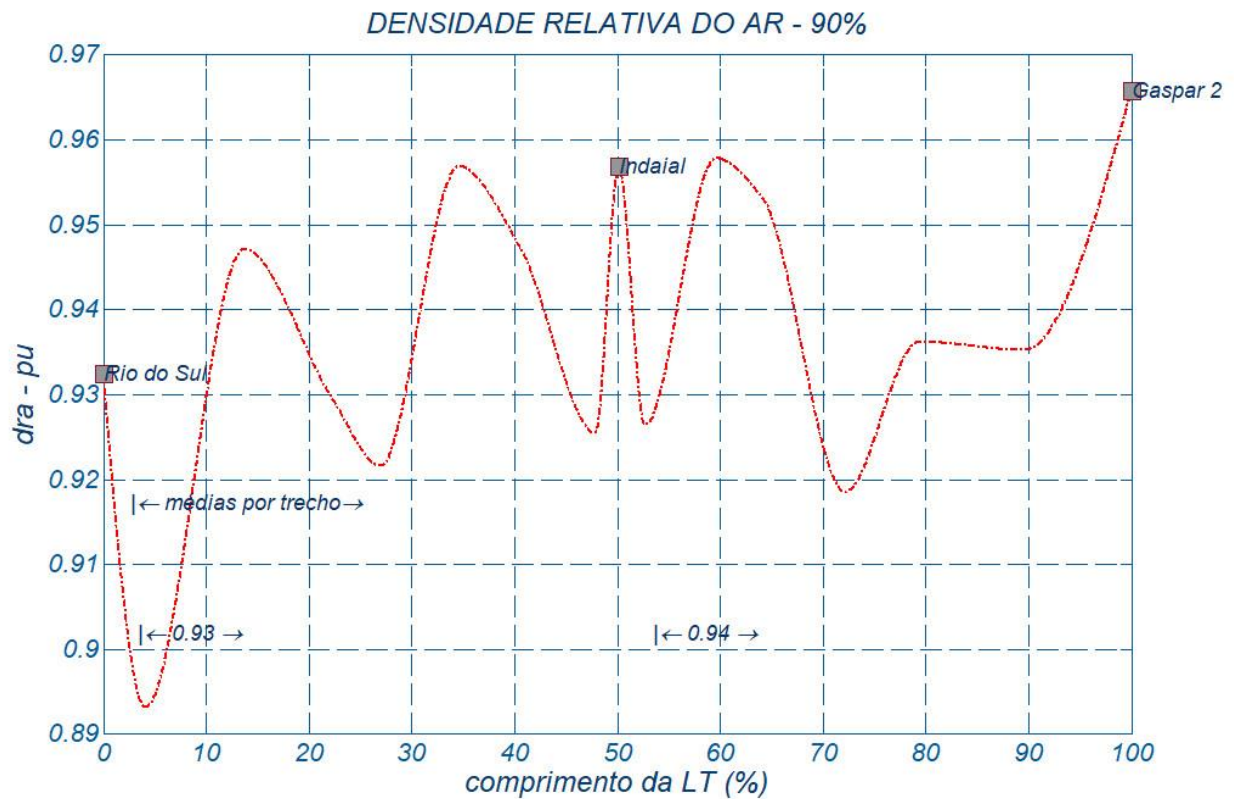




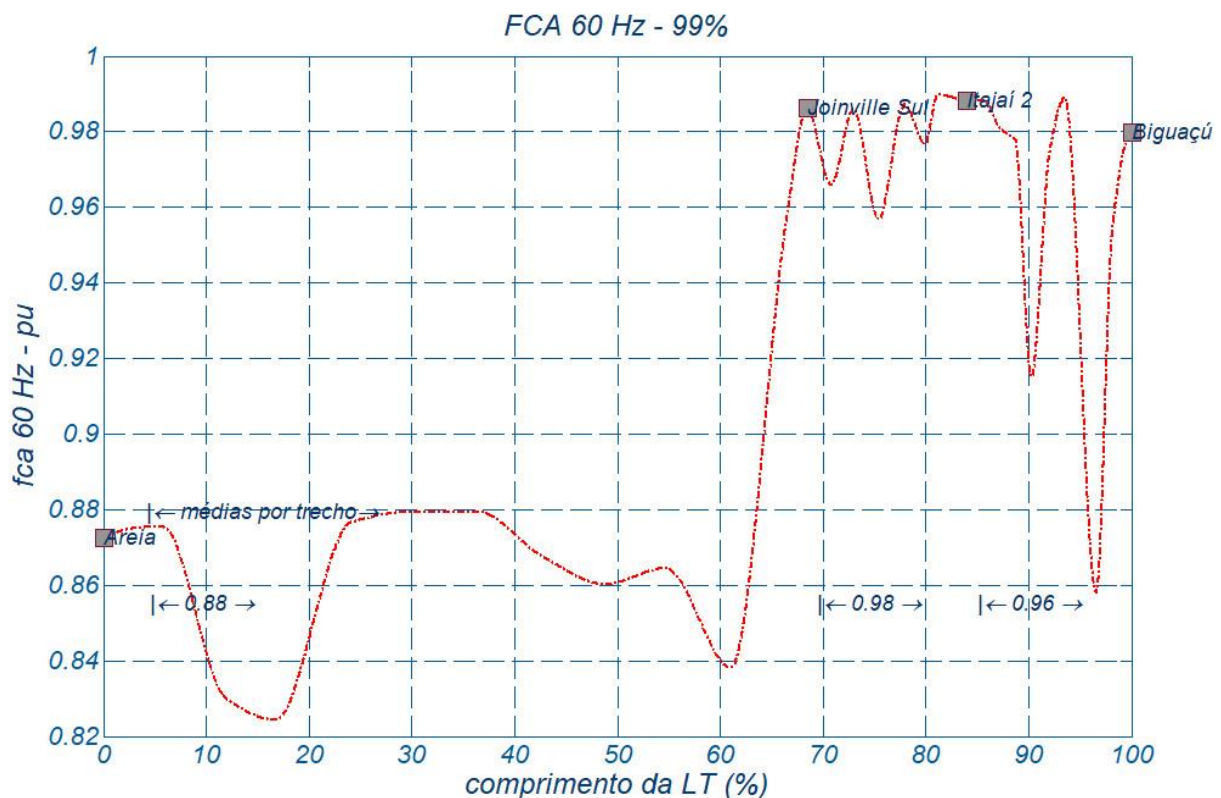
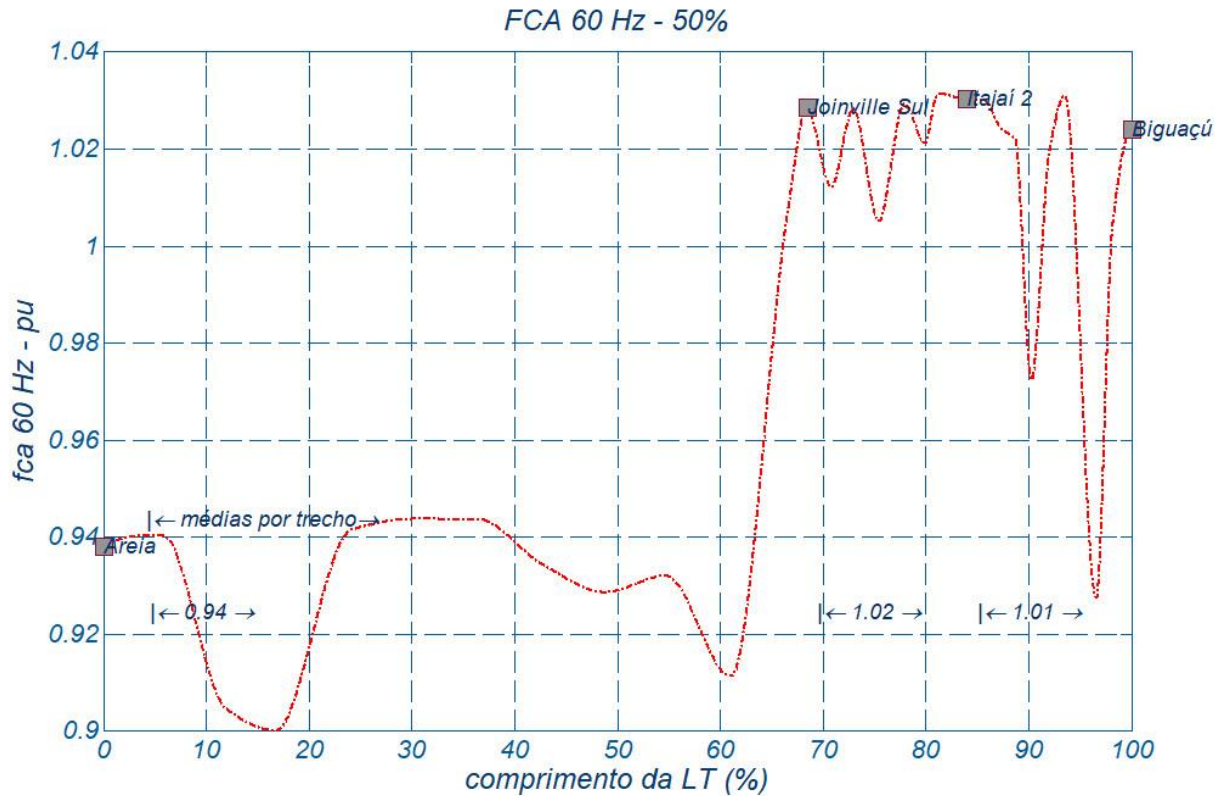
Anexo 6 Mapas das densidades relativas do ar e de “tempo - ruim”



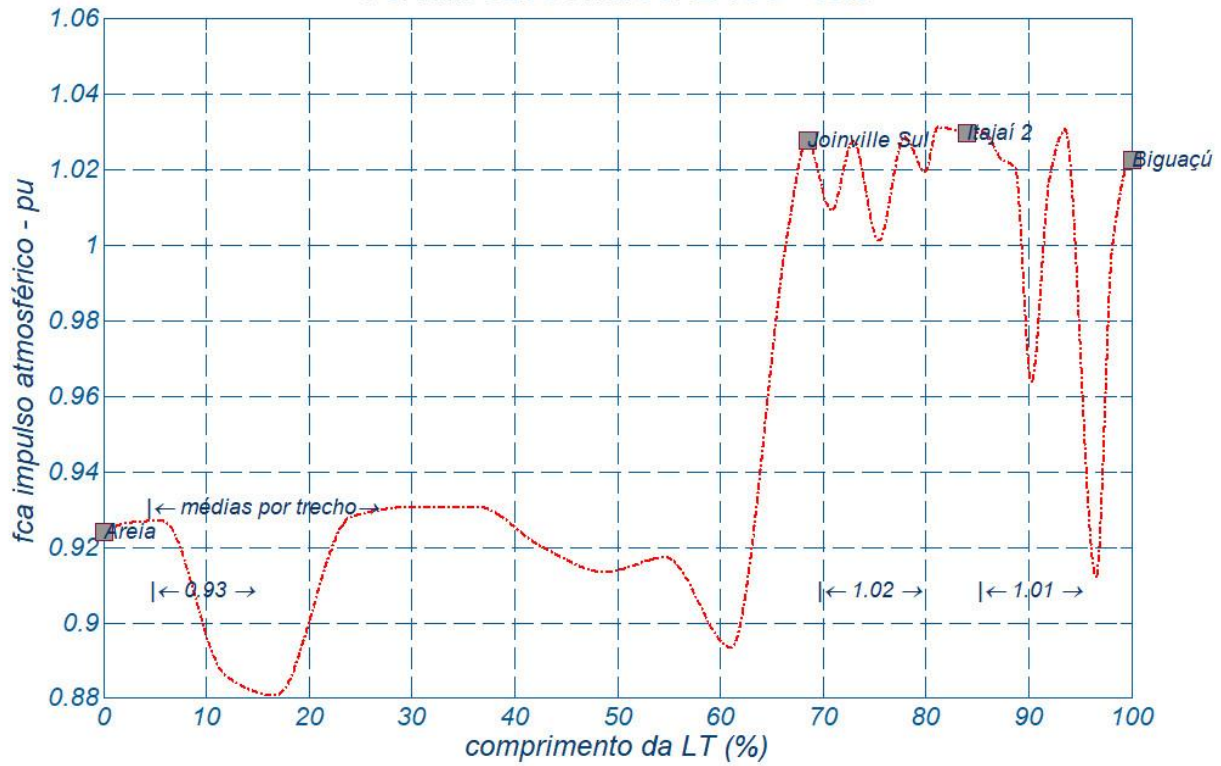




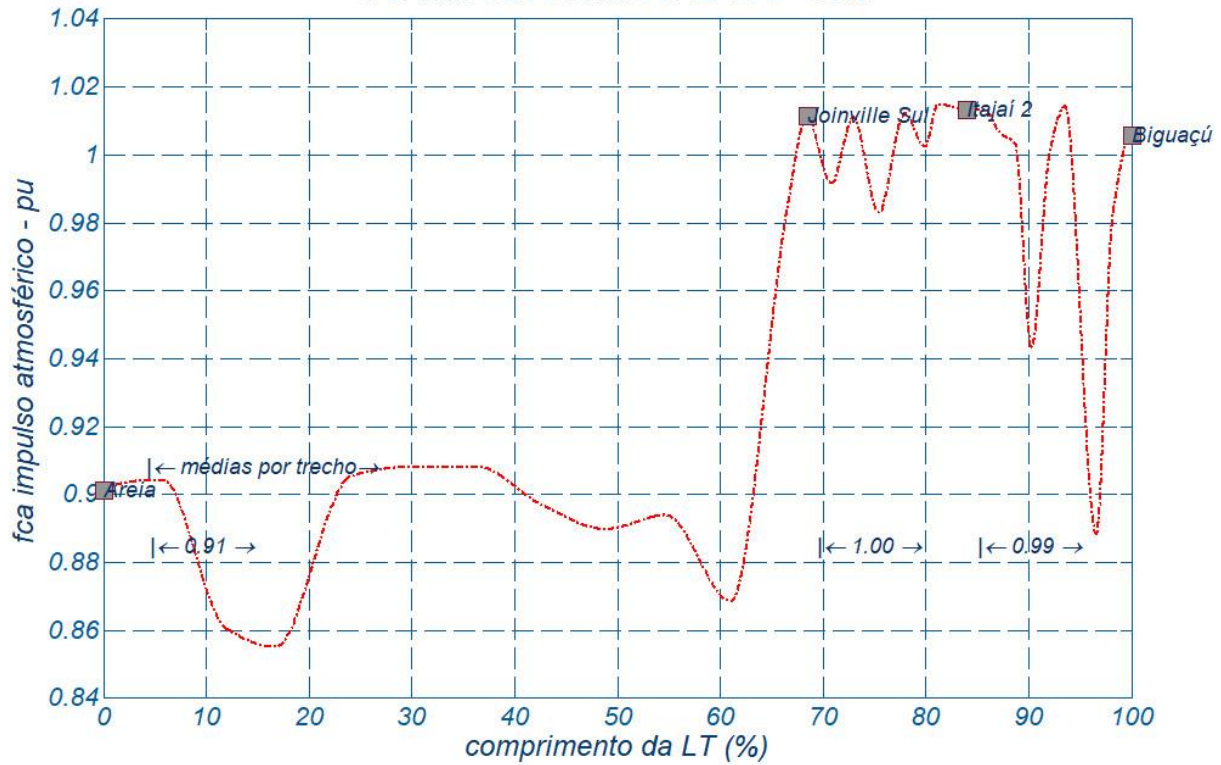
Anexo 7 Mapas dos fatores de correção atmosféricos

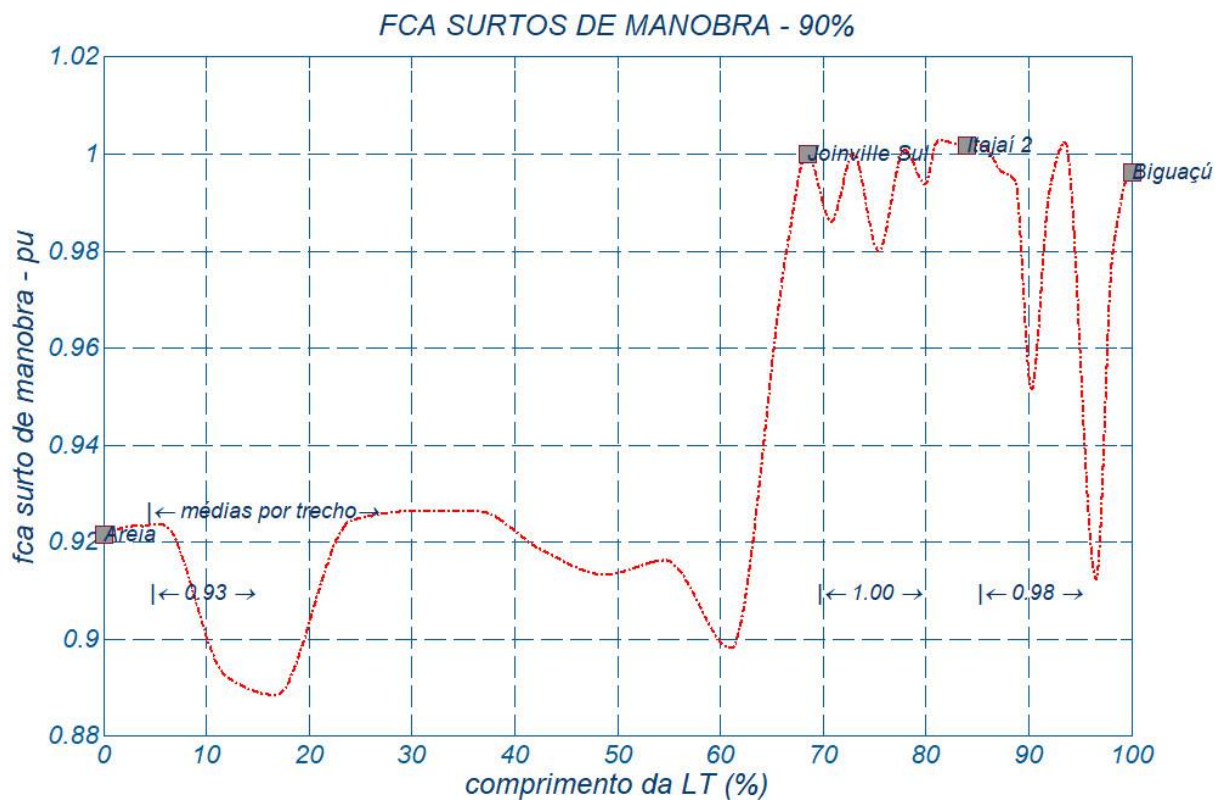
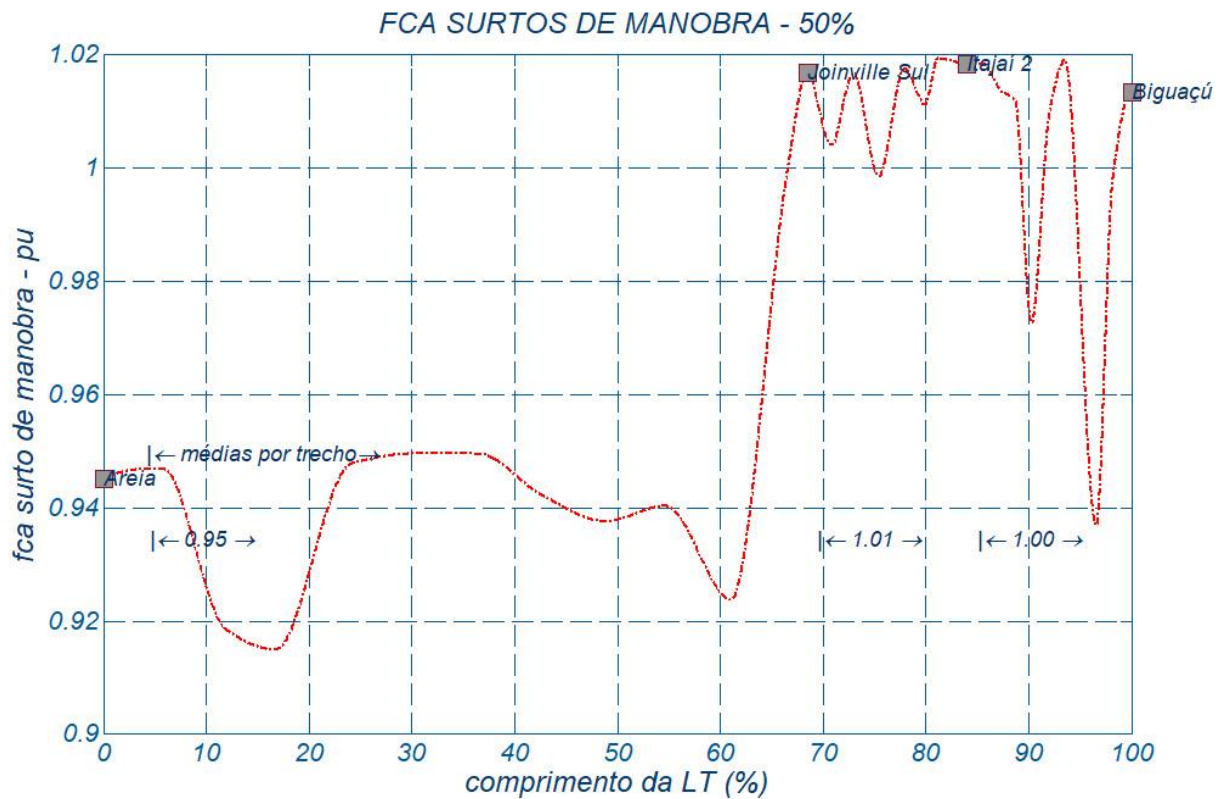


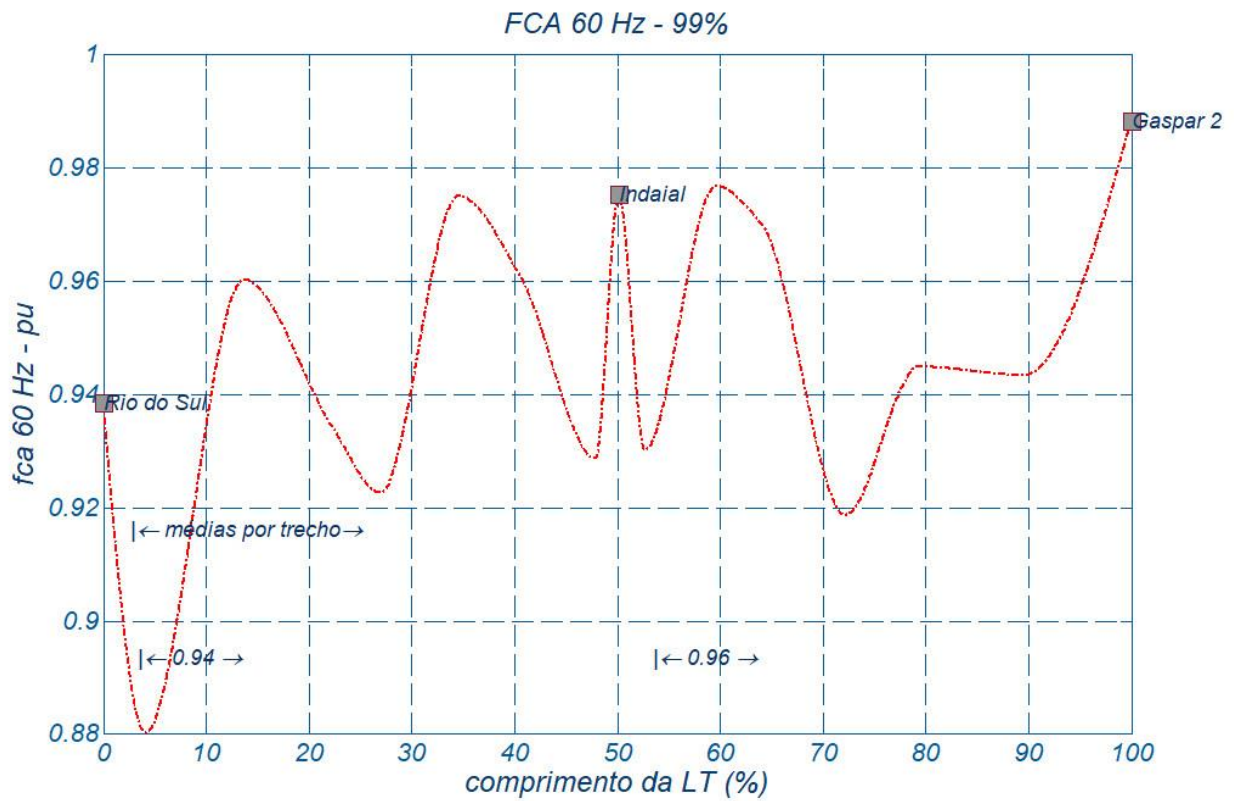
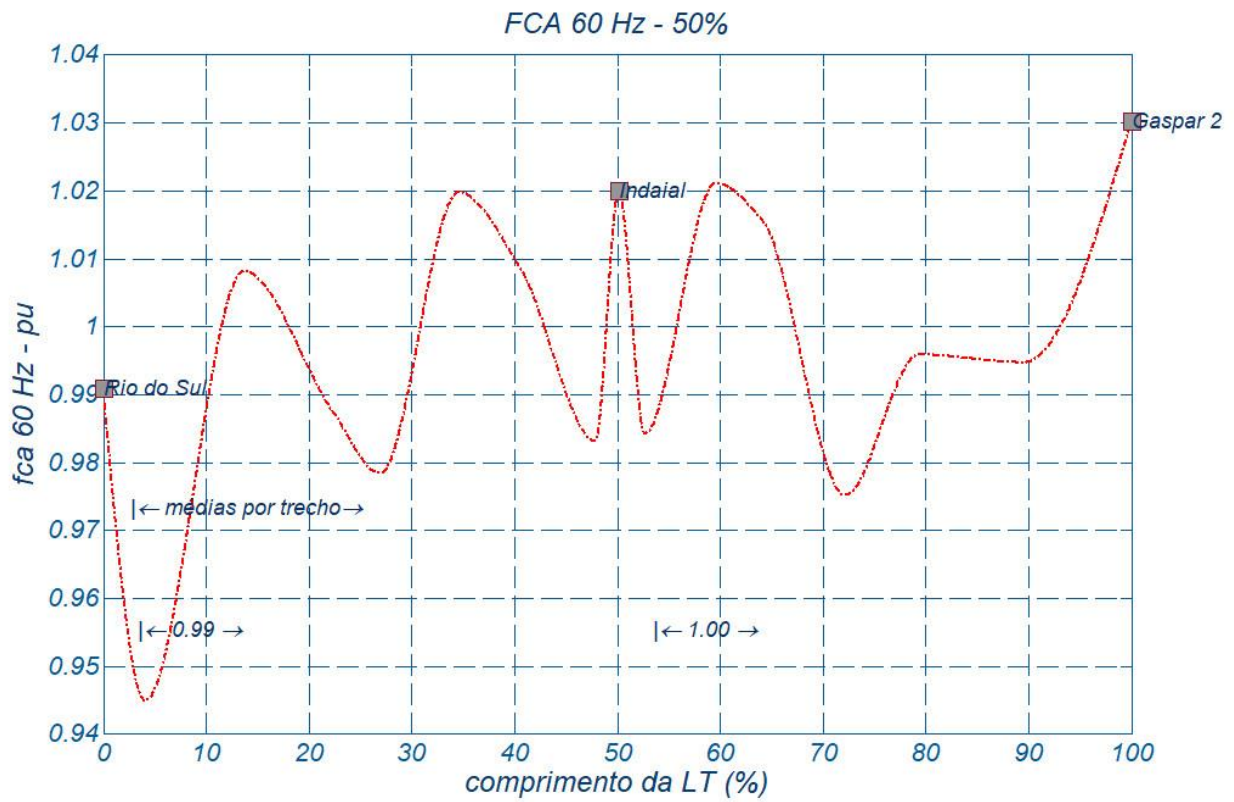
FCA IMPULSO ATMOSFÉRICO - 50%

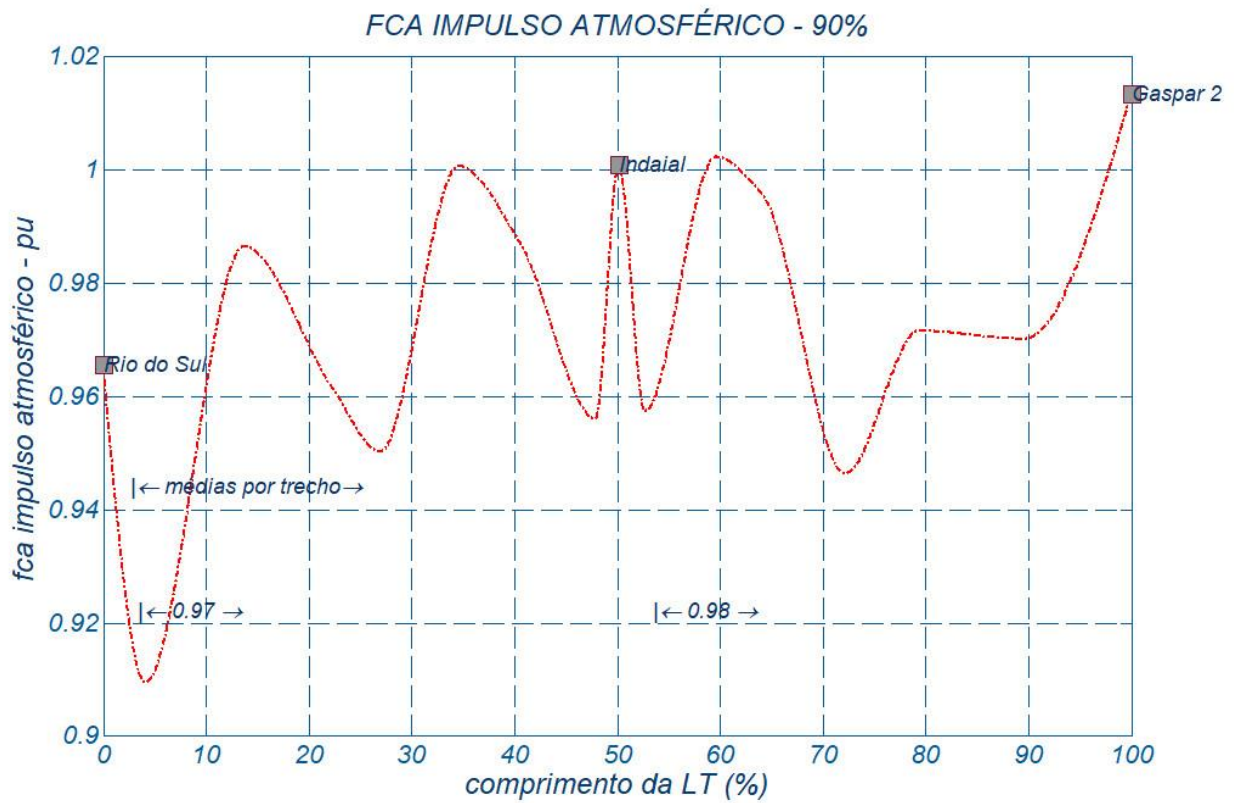
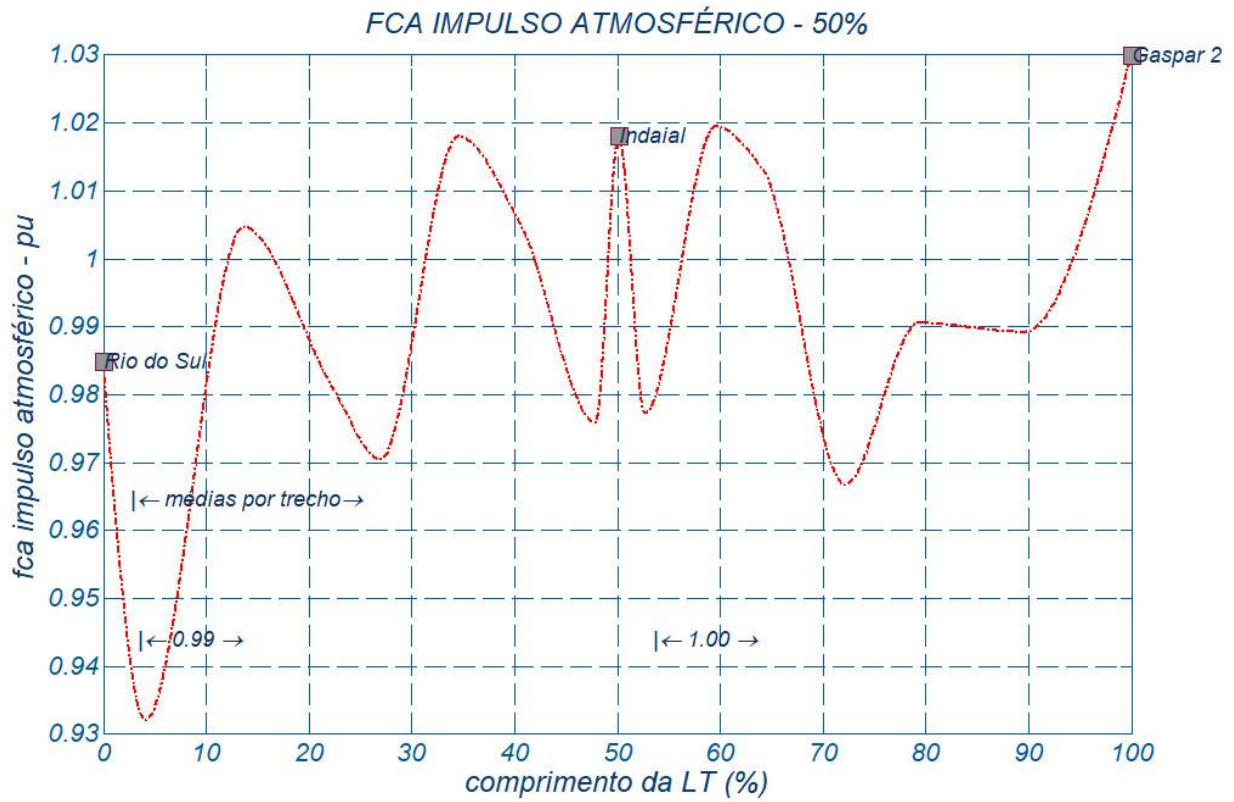


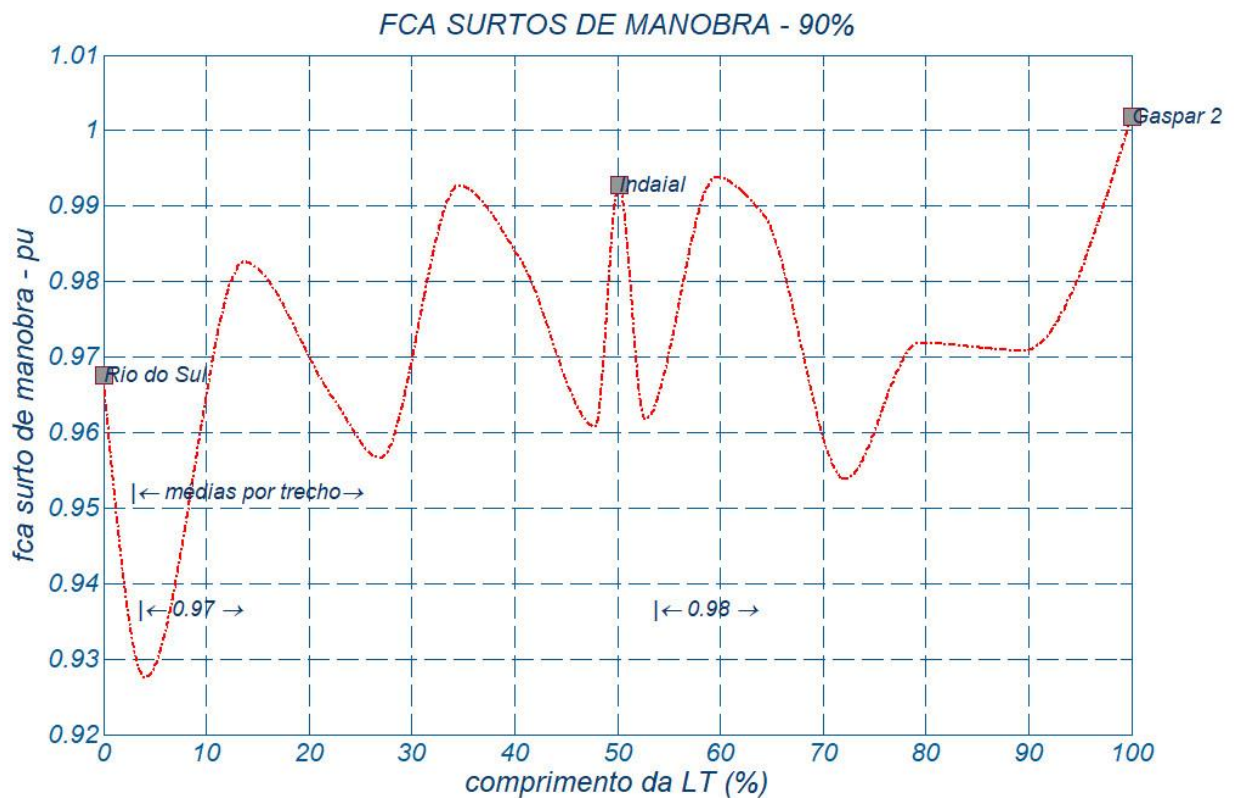
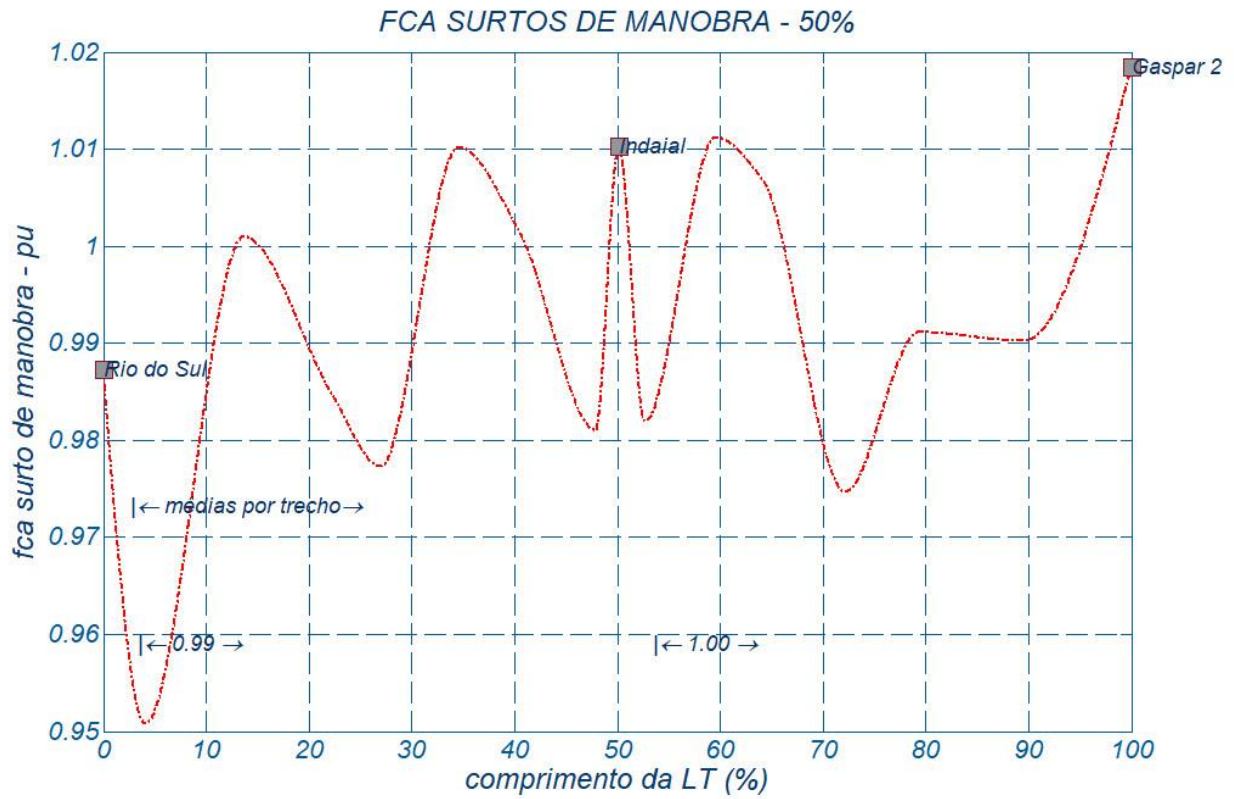
FCA IMPULSO ATMOSFÉRICO - 90%



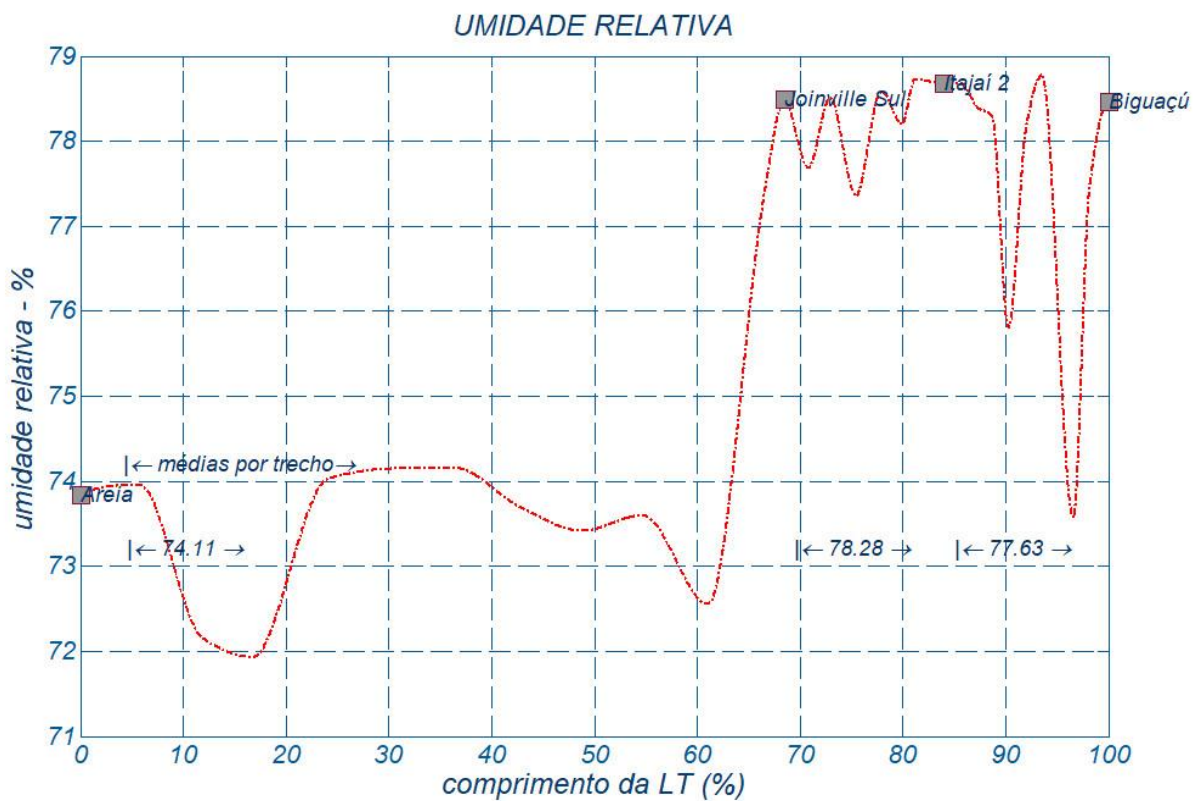
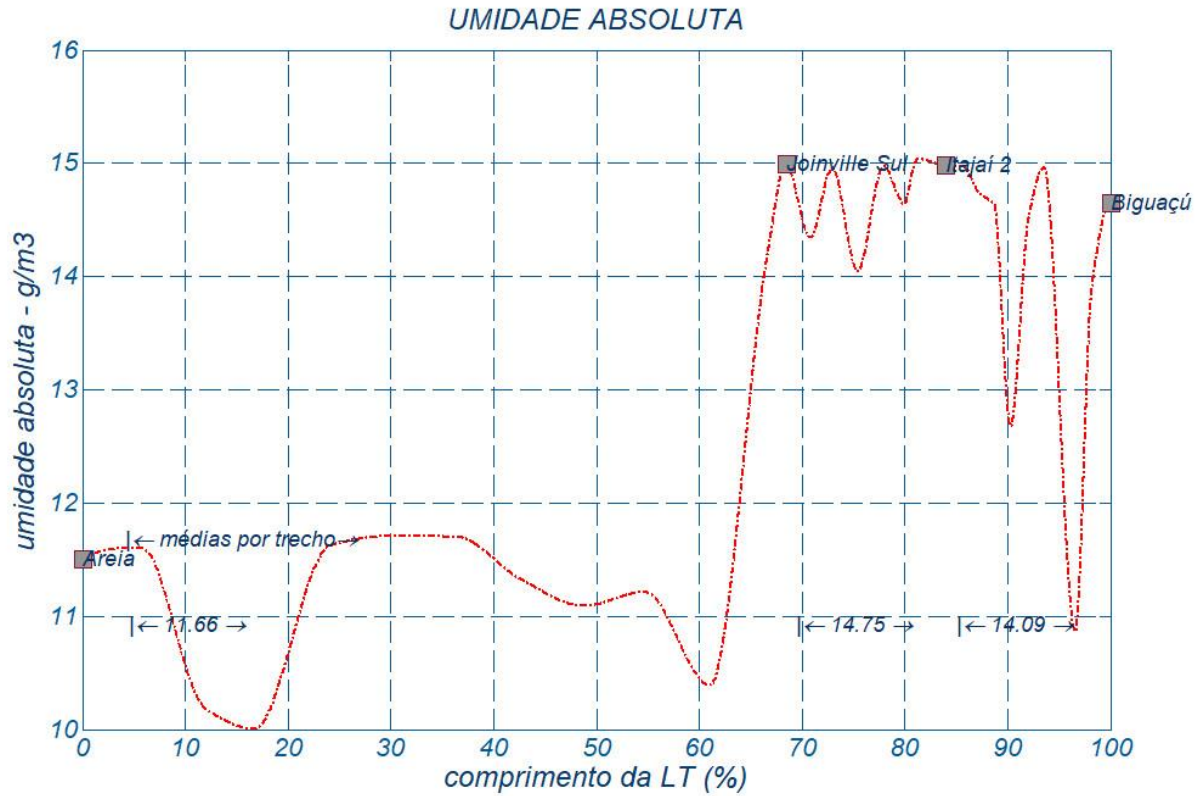


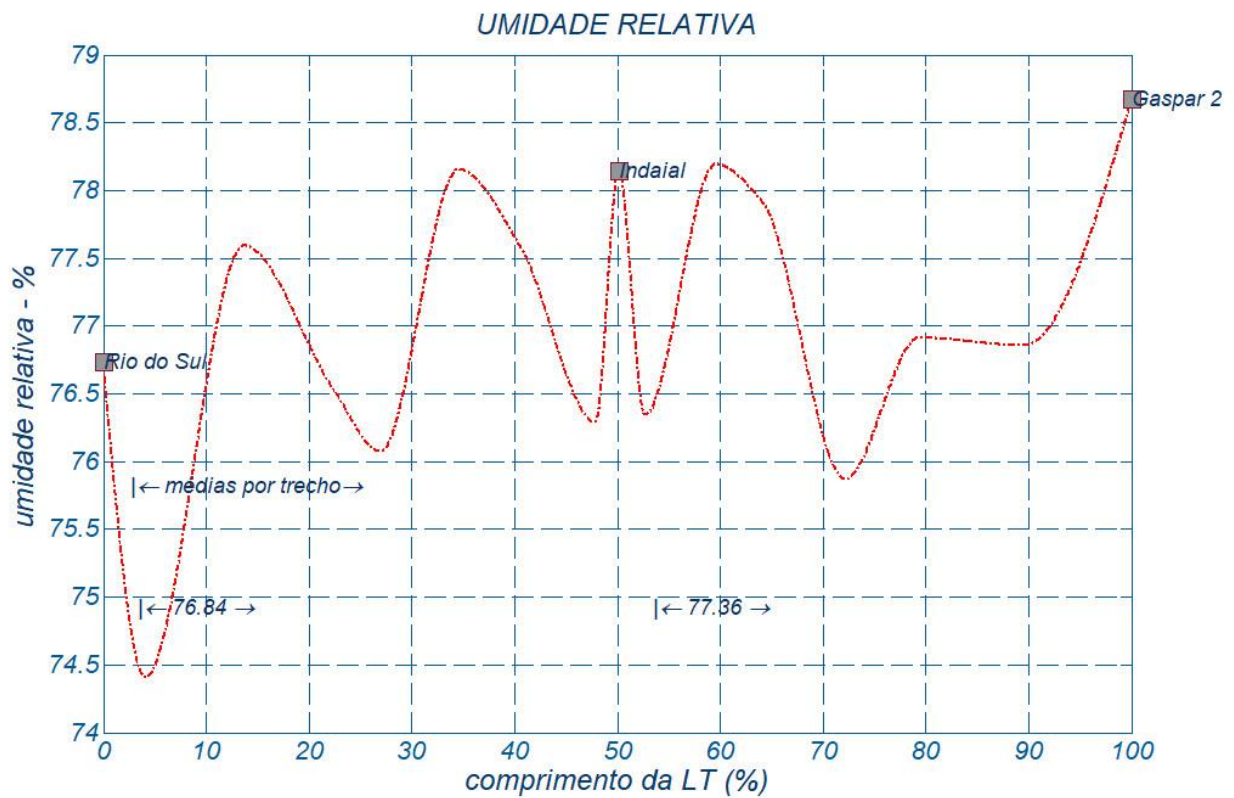
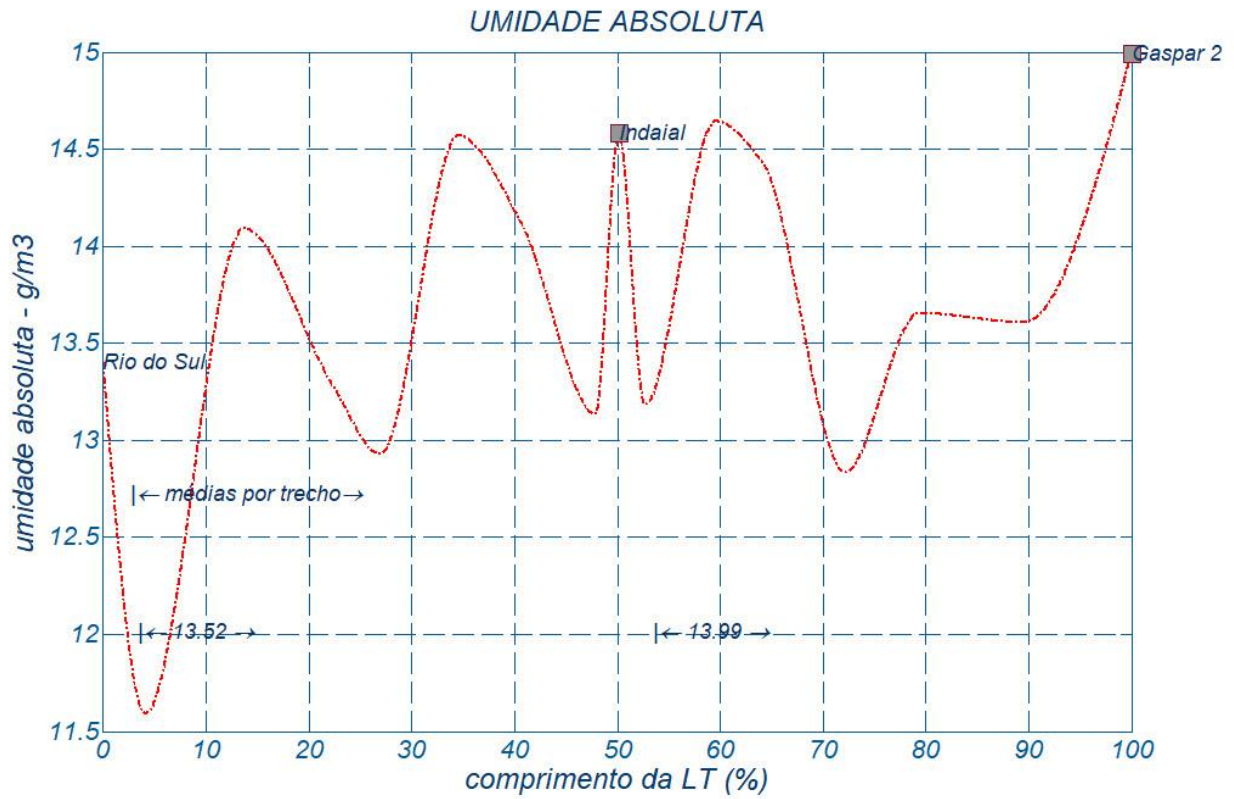




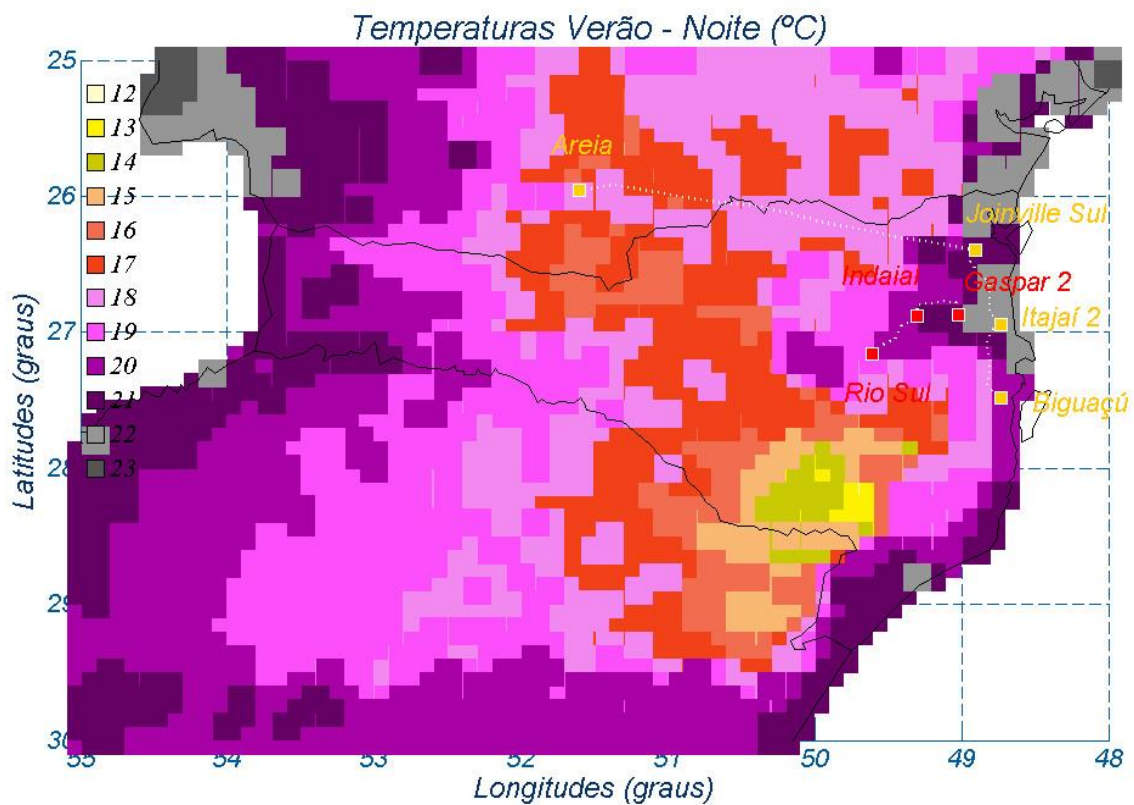
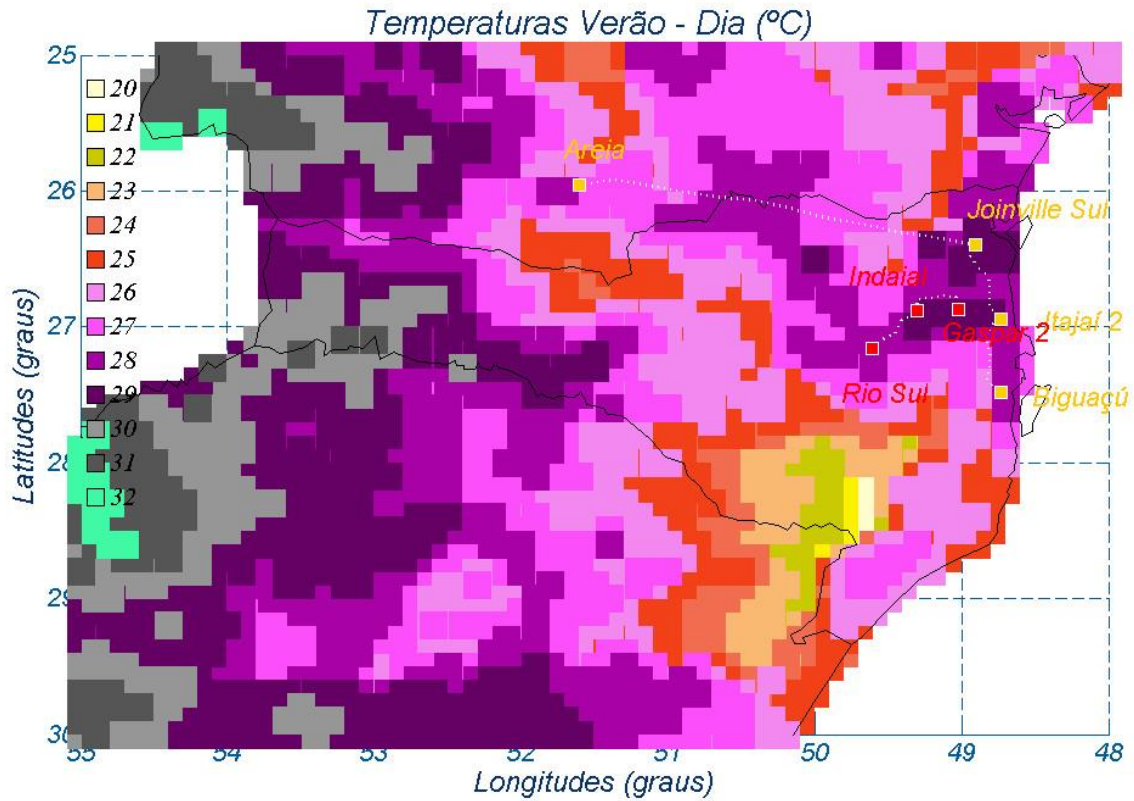


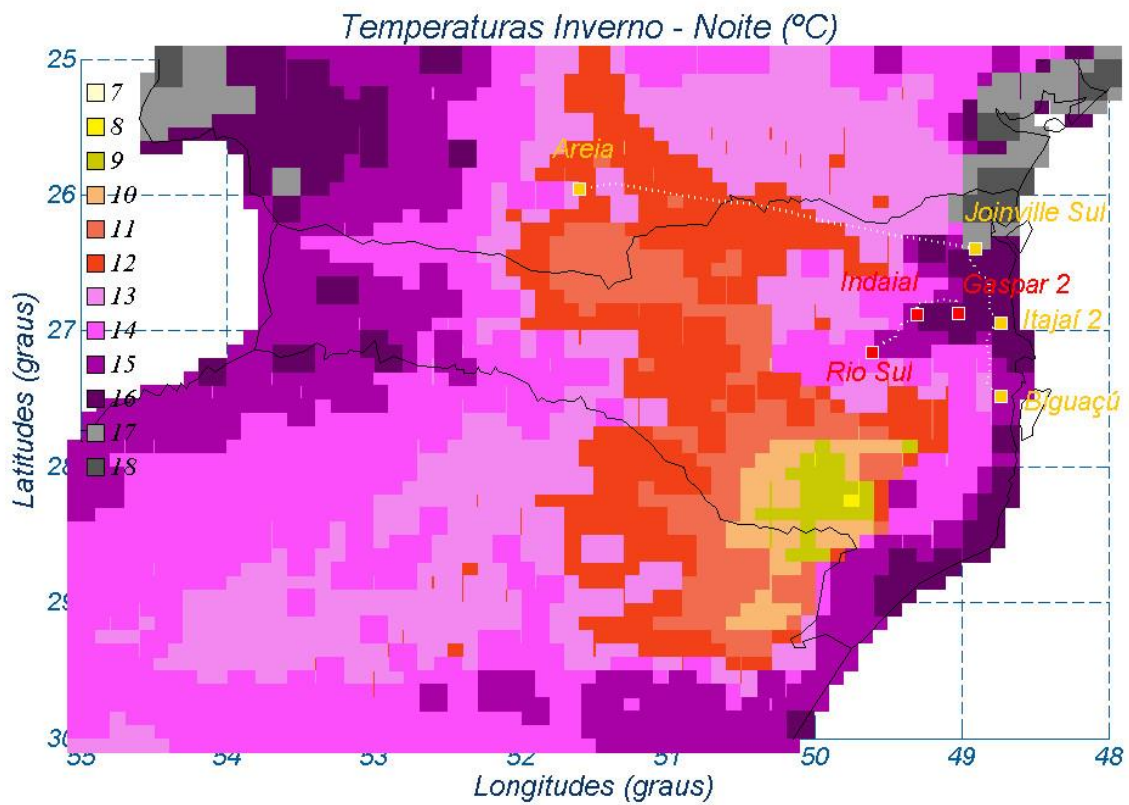
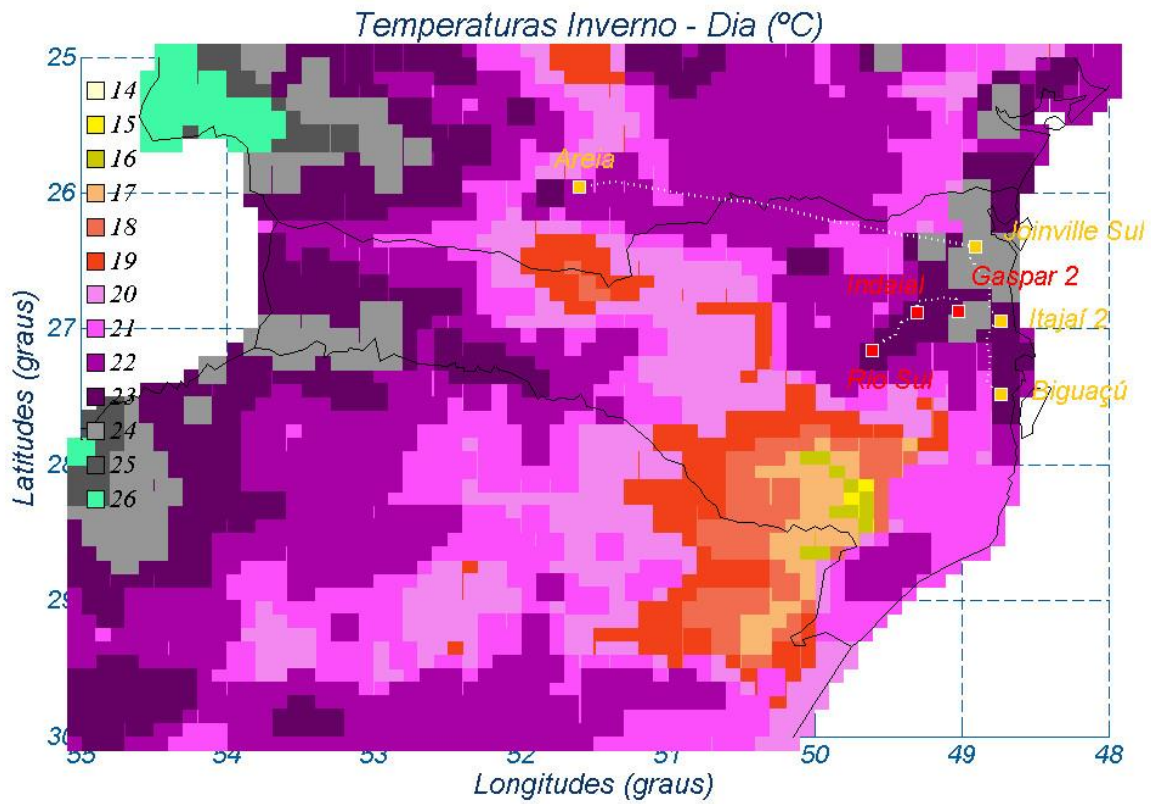
Anexo 8 Mapas das umidades do ar





Anexo 9 Mapas das temperaturas para ampacidade sazonal





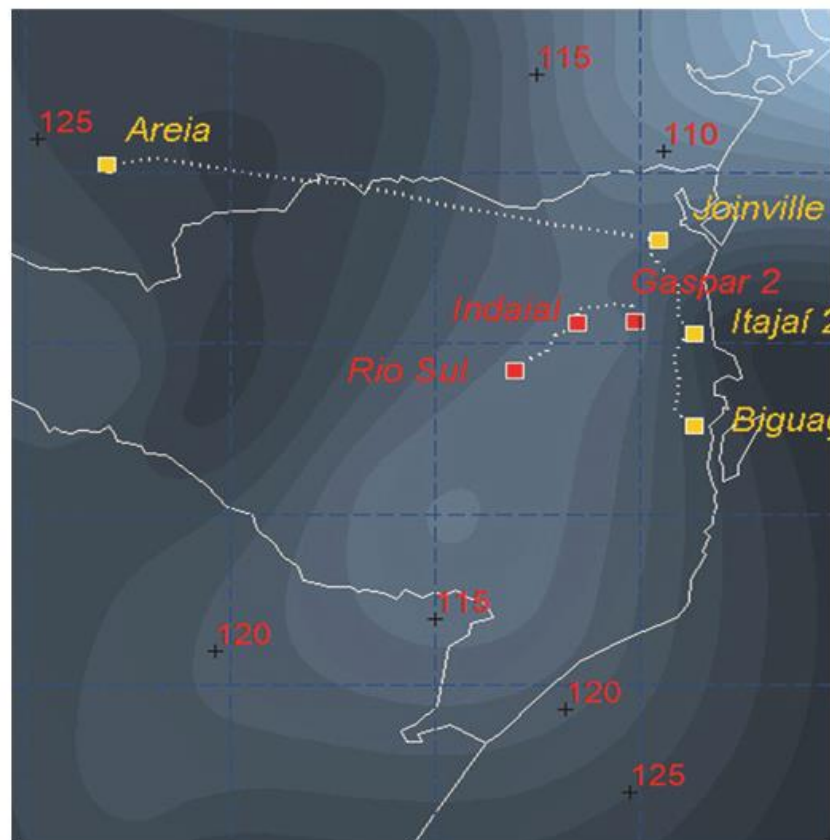
**ANEXO 2 – ISÓTACAS MÁXIMAS PARA A LT 525 KV AREIA - JOINVILLE SUL C1,
JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 KV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1**

| | |
|---|--------------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1003-B |
| DADOS CLIMATOLÓGICOS, VELOCIDADE DO VENTO E CARREGAMENTOS DEVIDOS AO VENTO | Rev. 1 |
| | Folha 71 de 114 |

Relatório Técnico Marte Engenharia

*Isótermas máximas para as
LTs do Lote 1, Leilão 04/2018*

BATAVIA
Engenharia



Preparado por Amauri A Menezes em 02/2019

Este Relatório Técnico apresenta o memorial descritivo para a determinação dos elementos climáticos relevantes na implantação da LT acima citada. A reprodução parcial ou total deste documento só deve ser feita com a permissão da CONTRATANTE

| | | |
|-----------|---|----|
| 1 | Objetivo..... | 3 |
| 2 | Introdução..... | 3 |
| 3 | Características das estações..... | 4 |
| 3.1 | Critérios de regionalização | 5 |
| 3.2 | Rugosidade dos terrenos..... | 10 |
| 4 | Os mapeamentos | 10 |
| 5 | Ventos básicos de projeto | 10 |
| Anexo I | Critérios a serem atendidos (sic)..... | 15 |
| Anexo II | Distribuição de Gumbel e velocidades máximas de vento | 16 |
| Anexo III | Os ajustes da distribuição de Gumbel às amostras..... | 17 |
| Anexo IV | Os mapeamentos de isótasas da região..... | 28 |
| Anexo V | O problema da turbulência dos ventos no Brasil | 36 |
| Anexo VI | Regionalização dos CVs das séries históricas | 37 |
| | Critérios de regionalização dos coeficientes de variação..... | 37 |
| AVI.1 | Para as séries de 10 minutos..... | 37 |
| AVI.2 | Para as séries de 3 segundos..... | 38 |
| AVI.3 | Para as séries de 30 segundos..... | 38 |
| Anexo VII | Mitigação da Ação dos Ventos sobre LTs Aéreas..... | 39 |
| AVII.1 | O desempenho esperado das LTs aéreas | 39 |
| AVII.2 | E quando um revés inesperado acontecer? | 39 |
| AVII.3 | As formas de aprimoramento contínuo | 41 |
| AVII.4 | A distribuição de GUMBEL como alternativa isolada..... | 42 |
| AVII.5 | Ventos determinísticos - quais são?..... | 43 |

1 Objetivo

Este relatório apresenta os cálculos das velocidades elevadas de vento a serem esperadas para a região de implantação das LTs

Areia – Joinville do Sul, 525 kV, CS, C1, 292 km

Joinville do Sul – Itajaí 2, 525 kV, CS, C1, 82 km

Itajaí 2 – Biguaçu, 525 kV, CS, C1, 63 km

Itajaí – Itajaí 2, 230 kV, CS, C1 e C2, 10 km

Rio do Sul – Indaial, 230 kV, CD, C1 e C2, 51 km

Indaial – Gaspar 2, 230 kV, CD, C1 e C2, 57 km

O objetivo deste relatório é o de prover os setores de projeto com velocidades de vento máximas prospectivas e seguras que atendam às exigências técnicas constantes dos mais recentes Editais da ANEEL, relativo ao sistema de transmissão aéreo nacional.

2 Introdução

O estudo admitirá a região de localização da linha de transmissão citada, tal como indicada nos mapas de isótacas e será subsidiado pelas estações abaixo indicadas (veja também a Tabela 3.1.1).

Às séries de dados de velocidades máximas anuais, coletados nas estações localizadas nas vizinhanças do empreendimento, será aplicado o conceito da distribuição estatística de extremos de Gumbel. O Anexo II apresenta uma descrição dos métodos usuais mencionados para a determinação dos ajustes de Gumbel do Anexo III.

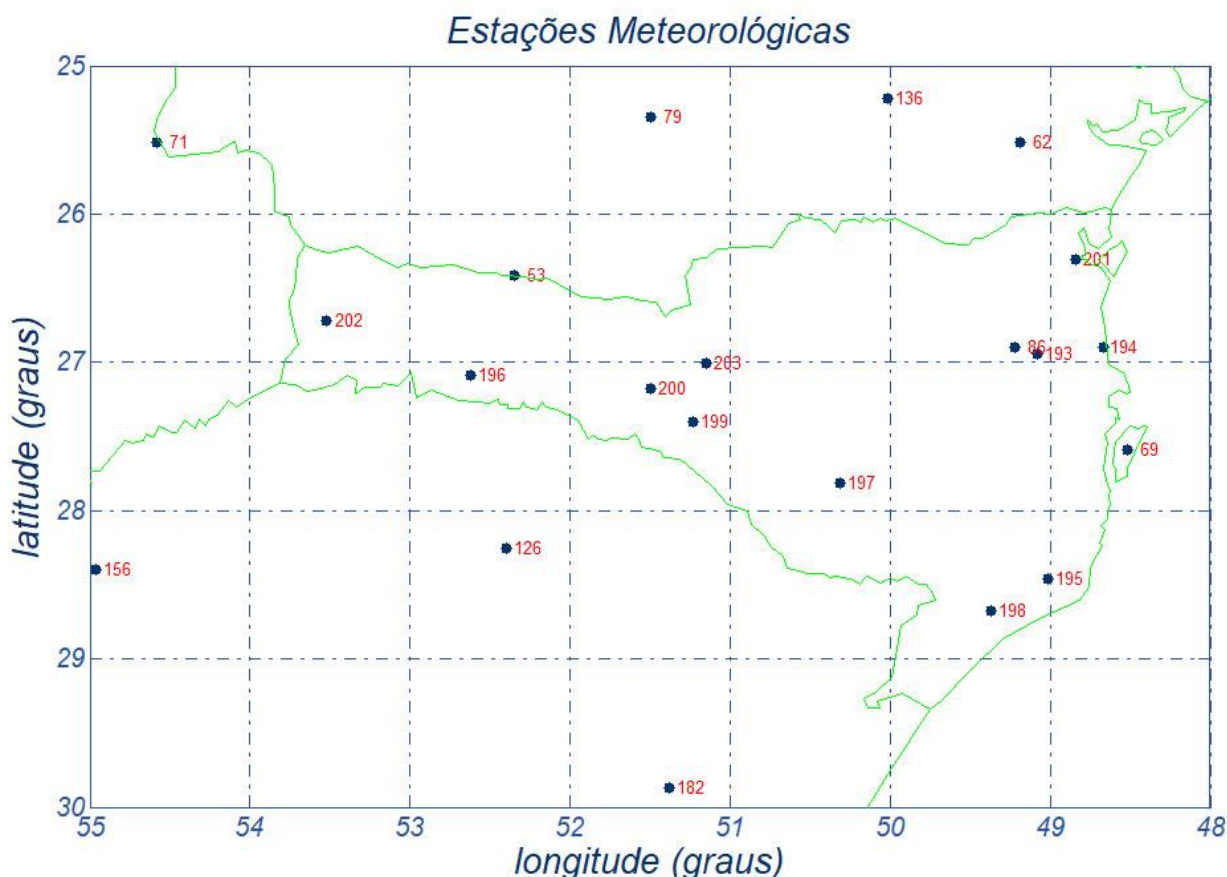


Figura 2.1 - Região de implantação do sistema elétrico de transmissão em foco

De particular importância reveste-se a escolha das estações meteorológicas que constituirão o fundamento do cálculo. A região em questão não é particularmente nem densa e nem esparsa no que tange a anemometria.

Os cálculos que se seguem fundamentam, portanto, seu escopo nas estações mais próximas do empreendimento mencionado, a fim de subsidiar as determinações paramétricas necessárias à consecução do estudo. O item seguinte apresenta alguns detalhes sobre os dados aqui usados e sobre os tratamentos estatísticos a que foram submetidos.

3 Características das estações

Para dar maior confiabilidade nos resultados, foram utilizadas as estações mais próximas do empreendimento em questão, pois é senso comum que os resultados de uma rede mais completa são mais sólidos do que aqueles relacionados com esquemas muito dispersos e escassos. A distribuição espacial

das estações encontra-se caracterizada na Figura 2.1, apresentada anteriormente, enquanto as suas características geográficas e paramétricas relevantes constam das Tabelas 3.1.1 e 3.1.2.

3.1 Critérios de regionalização

O processo de determinação de médias regionais para os CVs (coeficientes de variação)¹ e os FRs (fatores de rajada)² seguem prática comum em meteorologia, já que parâmetros médios são mais representativos e mais confiáveis do que os de estações tomadas isoladamente, com variados tempos de coleta.

Há diversos critérios para se proceder a uma homogeneização regional de parâmetros climáticos, tal como adotar-se a média dos valores paramétricos determinados nas estações mais próximas, ou média ponderada, em função dos anos de coleta, de tal sorte que estações com mais tempo de coleta tenham uma influência majorada no fenômeno espacial em questão. Pode-se recorrer, ainda, a um valor médio acrescido de um determinado número de desvios-padrão, dependendo do grau de confiabilidade que se deseja conferir ao estudo.

Este estudo adota os critérios de regionalização dos CVs descritos no Anexo VI. Além disso, as velocidades médias do vento com tempo de média de 10 minutos encontram-se corrigidas, como justificado e sugerido³ em [6 e 7].

¹ $CV = (\text{média}) / (\text{desvio padrão})$

² $FR = (\text{velocidade de 3 s}) / (\text{velocidade de 10 min})$

³ para compensar o excesso de turbulência verificado nos ventos que ocorrem no Brasil

Tabela 3.1.1 - Características gerais das estações anemométricas

| <i>número no mapa</i> | <i>nome da estação</i> |
|---------------------------|----------------------------|
| 53 | <i>Clevelândia</i> |
| 62 | <i>Curitiba</i> |
| 69 | <i>Florianópolis</i> |
| 71 | <i>Foz Iguaçu</i> |
| 79 | <i>Guarapuava</i> |
| 86 | <i>Indaial</i> |
| 126 | <i>Passo Fundo</i> |
| 136 | <i>Ponta Grossa</i> |
| 156 | <i>S Luiz Gonzaga</i> |
| 182 | <i>Triunfo RS</i> |
| 193 | <i>Blumenau</i> |
| 194 | <i>Itajaí</i> |

Tabela 3.1.1 - Características gerais das estações anemométricas (cont.)

| <i>número no mapa</i> | <i>nome da estação</i> |
|---------------------------|----------------------------|
| 195 | Tubarão |
| 196 | Chapecó |
| 197 | Lages |
| 198 | Criciúma |
| 199 | Campos Novos |
| 200 | Joaçaba |
| 201 | Joinville |
| 202 | S Miguel Oeste |
| 203 | Videira |

Tabela 3.1.2 - Características paramétricas das estações anemométricas

| <i>nome</i> | <i>latitude (graus)</i> | <i>longitude (graus)</i> | <i>anos</i> | <i>V_{médio} 10 min (km/h)</i> | <i>CV 10 min (%)</i> | <i>V_{médio} 3 seg (km/h)</i> | <i>CV 3 seg (%)</i> | <i>FR3s (pu)</i> | <i>FR30s (pu)</i> |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------|--|----------------------------------|---|-----------------------------|----------------------|-----------------------|
| <i>Clevelândia</i> | 26.42 | 52.35 | 9 | 65.70 | 16 | 105.12 | 16 | 1.60 | 1.30 |
| <i>Curitiba</i> | 25.52 | 49.18 | 21 | 62.90 | 16 | 100.64 | 16 | 1.60 | 1.30 |
| <i>Florianópolis</i> | 27.59 | 48.52 | 10 | 68.75 | 16 | 110.00 | 16 | 1.60 | 1.30 |
| <i>Foz Iguaçu</i> | 25.52 | 54.58 | 22 | 63.20 | 19 | 101.12 | 19 | 1.60 | 1.30 |
| <i>Guarapuava</i> | 25.35 | 51.50 | 10 | 63.18 | 19 | 101.09 | 19 | 1.60 | 1.30 |
| <i>Indaial</i> | 26.90 | 49.22 | 9 | 51.71 | 16 | 82.74 | 16 | 1.60 | 1.30 |
| <i>Passo Fundo</i> | 28.25 | 52.40 | 19 | 72.04 | 16 | 115.26 | 16 | 1.60 | 1.30 |
| <i>Ponta Grossa</i> | 25.22 | 50.02 | 8 | 71.28 | 13 | 114.05 | 13 | 1.60 | 1.30 |
| <i>S Luiz Gonzaga</i> | 28.40 | 54.97 | 8 | 63.72 | 19 | 101.95 | 19 | 1.60 | 1.30 |
| <i>Triunfo RS</i> | 29.87 | 51.38 | 5 | 61.04 | 16 | 97.66 | 16 | 1.60 | 1.30 |
| <i>Blumenau</i> | 26.94 | 49.08 | 10 | 62.50 | 16 | 100.00 | 16 | 1.60 | 1.30 |
| <i>Itajaí</i> | 26.90 | 48.67 | 10 | 68.75 | 16 | 110.00 | 16 | 1.60 | 1.30 |

Tabela 3.1.2 - Características paramétricas das estações anemométricas (cont.)

| nome | latitude (graus) | longitude (graus) | anos | $V_{\text{médio}}$ 10 min (km/h) | CV 10 min (%) | $V_{\text{médio}}$ 3 seg (km/h) | CV 3 seg (%) | FR3s (pu) | FR30s (pu) |
|-------------------|---------------------|----------------------|------|--|---------------------|---------------------------------------|--------------------|--------------|---------------|
| Tubarão | 28.46 | 49.01 | 10 | 65.22 | 16 | 104.35 | 16 | 1.60 | 1.30 |
| Chapecó | 27.09 | 52.62 | 10 | 67.31 | 16 | 107.70 | 16 | 1.60 | 1.30 |
| Lages | 27.81 | 50.31 | 10 | 62.50 | 16 | 100.00 | 16 | 1.60 | 1.30 |
| Criciúma | 28.68 | 49.37 | 10 | 63.46 | 16 | 101.54 | 16 | 1.60 | 1.30 |
| Campos Novos | 27.40 | 51.23 | 10 | 69.02 | 16 | 110.43 | 16 | 1.60 | 1.30 |
| Joaçaba | 27.18 | 51.50 | 10 | 66.00 | 16 | 105.60 | 16 | 1.60 | 1.30 |
| Joinville | 26.31 | 48.84 | 10 | 62.50 | 16 | 100.00 | 16 | 1.60 | 1.30 |
| S Miguel Oeste | 26.72 | 53.52 | 10 | 68.75 | 16 | 110.00 | 16 | 1.60 | 1.30 |
| Videira | 27.01 | 51.15 | 10 | 68.75 | 16 | 110.00 | 16 | 1.60 | 1.30 |

nomenclatura:

| | |
|-------|--|
| CV | coeficiente de variação (%) regionalizado (10 min e 3 s) |
| FR3s | fator de rajada de 3 segundos (pu) regionalizado |
| FR30s | fator de rajada de 30 segundos (pu) regionalizado |

3.2 Rugosidade dos terrenos

Quanto à rugosidade do terreno no entorno das estações consideradas nesse estudo, admitiu-se que as velocidades medidas nas estações estão associadas a terrenos com grau de rugosidade B, tal como classificado pelas Normas IEC 60826 e NBR 5422, significando terrenos planos com poucos obstáculos. A escolha se deve ao fato de que as estações meteorológicas normalmente se encontram em regiões de rugosidade B, por imposições naturais das redes meteorológicas que, grosso modo, requerem localizações em terrenos desprovidos de obstáculos para evitar distorções nas medições.

4 Os mapeamentos

Considerados os valores paramétricos constantes das Tabelas 3.1.1 e 3.1.2, as exigências do Anexo I, a metodologia estatística descrita no Anexo II e, ainda, os ajustes das amostras à estatística de Gumbel, foram elaborados os mapeamentos de isótacas apresentados no Anexo IV. Quanto ao modelo matemático de ajuste utilizado neste estudo, há algumas ponderações a serem feitas.

O ajuste mais conservador é o dos mínimos quadrados, pois, tal como pode ser visto no Anexo II, possui uma correção de majoração do ajuste em função do número de anos de coleta, ou seja, quanto menor a amostra, maior será a correção ou majoração no valor do ajuste. Esse método tem sido extensivamente usado no Brasil, por ser mais seguro e por assim compensar em parte as incertezas e imprecisões advindas da dispersa rede de medição eólica nacional.

Este estudo faz as regionalizações amostrais sugeridas nos editais da ANEEL, estabelecendo critérios para inferir valores esperados para os coeficientes de variação (Anexo VI). Adota ainda as correções das médias em função do exposto em [6 e 7], e define o método dos mínimos quadrados como adotado, para produzir valores mais conservadores que façam face à baixa densidade de estações.

5 Ventos básicos de projeto

Dos mapeamentos obtidos, podem ser recomendadas as velocidades de vento constantes da Tabela 5.1, de forma a subsidiarem as hipóteses de carga normalmente utilizadas no dimensionamento de estruturas aéreas de transmissão. Os cálculos das velocidades foram feitos seguindo a formulação do Anexo II.

Tabela 5.1 - Velocidades de projeto (km/h),
terrenos tipo B, medições feitas a 10 m de altura

| <i>período de retorno (anos) / tempo de média</i> | <i>Areia – Joinville do Sul – Itajaí 2 – Biguaçu -525 kV</i> | <i>Itajaí – Itajaí 2 230 kV</i> | <i>Rio do Sul – Indaial – Gaspar 2 – 230 kV</i> |
|---|--|-------------------------------------|---|
| <i>250 / 10 minutos</i> | <i>125</i> | <i>-</i> | <i>-</i> |
| <i>250 / 3 segundos</i> | <i>200</i> | <i>-</i> | <i>-</i> |
| <i>150 / 10 minutos</i> | <i>-</i> | <i>120</i> | <i>120</i> |
| <i>150 / 3 segundos</i> | <i>-</i> | <i>190</i> | <i>190</i> |
| <i>50 / 10 minutos</i> | <i>110</i> | <i>110</i> | <i>110</i> |
| <i>50 / 30 segundos</i> | <i>140</i> | <i>140</i> | <i>140</i> |
| <i>2 / 30 segundos</i> | <i>85</i> | <i>85</i> | <i>85</i> |

Nota 1 A velocidade de vento assinalada como sendo a de 3 segundos (valor instantâneo ou de rajada) já retrata a real relação entre as séries históricas de 10 minutos e as de 3 segundos. Vale esclarecer, que essas duas séries (10 minutos e 3 segundos) são independentes entre si, e não são produzidas por indevidas mesclas entre leituras isoladas de 10 minutos e de 3 segundos. A relação entre as duas séries, que pode ser denominada de "fator de rajada", objetiva atender às exigências de projeto constantes dos leilões, em suas variadas versões. Esses objetivos podem ser enumerados como, por exemplo:

- 1) Permitir a homogeneização das séries, quando se constatam os vários períodos de coleta que as constituem,*

- 2) *Dar meios de se inferir os valores de uma série, qualquer que seja, quando a outra não for disponível nas mesmas estações de coleta.*
- 3) *Definir espacialmente valores de ventos máximos prospectivos para as hipóteses de carga baseadas em leituras de 10 minutos e naquelas de 3 segundos, em toda a rede de coleta do estudo.*

Esses objetivos encontram-se consentâneos com a apropriada exigência da ANELL, quando evoca uma regionalização de dados de diferentes procedências e com variados graus de precisão (entenda-se: tempo de coleta)

O seu valor numérico entre essas séries citadas já se traduz num fator de rajada realista e não requer necessariamente correção adicional - e nem a impede - pois segue as indicações corretas de que as séries, quaisquer que sejam, devem passar por homogeneizações que compensem os diferentes períodos de coleta que são particulares de cada uma série e em cada estação.

Nota 2 Como fator de rajada, é também comum a adoção do fator de 1.4 pu, proveniente do que a Norma IEC 60826 apresenta como "média mundial" para terrenos B, acrescido de 15 ou 20%, dependendo de se tratar das regiões norte e nordeste, ou do resto do país (centro-oeste, sudeste e sul). Essa abordagem para representar os esforços decorrentes das solicitações exercidas pelas tempestades (ou tormentas elétricas - sic) não necessariamente está em aderência com o banco de dados geralmente em uso no Brasil, mas há essa coincidência numérica evidente. Os citados 15 % ou 20 % multiplicados pelo fator de rajada da IEC (1.4 pu) dão respectivamente: 1.61 e 1.68 pu como fatores de rajadas entre as séries de 10 minutos e de 3 segundos. Portanto, os valores adotados nos relatórios em análise, que são 1.6 pu (sul, sudeste) e 1.7 pu (demais) estão em plena concordância com a outra metodologia, com a acurácia de se basearem nas reais relações que as duas séries (10 minutos e de 3 segundos) apresentam pelos respectivos valores dos bancos de dados que os contêm. Vale lembrar que essas relações não são "fatores de rajada" de

leituras isoladas quaisquer, mas, sim, a média entre as suas respectivas séries históricas.

Nota 3 As velocidades indicadas na tabela acima são o resultado de uma avaliação espacial das figuras do Anexo IV, feitas como médias mentais das leituras dos mapas. Nos mapas de isolinhas, as velocidades múltiplas de 5 são indicadas pelos seus valores modais, enquanto que os demais “dégradés” servem como ferramentas de interpolação. O traçado das isótacas usa um modelo clássico para a determinação de isolinhas, modelo esse que parte do princípio de que “a influência de cada estação em qualquer ponto da rede se faz inversamente proporcional à sua distância a esse ponto”.

Nota 4 As velocidades em cada estação, indicadas nos mapas respectivos, evitam que eventuais extrapolações do modelo matemático das distâncias sejam escolhidas como “velocidades de projeto”. Como qualquer estudo estatístico que envolve avaliações espaciais, há sempre um subjetivismo nas operações de arredondamentos e de interpolações, o que impede que haja sempre uma unanimidade nas escolhas.

Nota 5 Em termos ideais, os mapas de isótacas, propriamente ditos, e os das velocidades em cada estação (no final do Anexo IV) deveriam ser usados simultaneamente, visto que promovem vistas espaciais diferenciadas da região em apreço. Fato é, que as isótacas contêm, na sua elaboração, um modelo de transferência espacial de valores (velocidades em km/h) que é sempre subjetiva e dinâmica no tempo.

Por exemplo: a aludida transferência pode ser modelada tal como se a influência das estações em qualquer ponto da rede se faça inversamente proporcional à distância a esse ponto; ou pode ser inversamente proporcional ao quadrado da distância; ou pode seguir outra regra qualquer normalmente usada em mapeamentos. Portanto, o conhecimento prévio que o projetista da LT possa ter sobre a região da LT deve ter, pelo menos, o mesmo peso do que qualquer modelo matemático usado no traçado das isótacas, por mais clássico e lógico que seja. Modelo matemático é sempre um modelo, às vezes, de vida

curta. Por outro lado, não há substituto para o conhecimento e a sua prática honesta. Em outras palavras, mapeamentos de isótacas, tais como os aqui apresentados, devem subsidiar e liberar o projetista de LTs no âmbito do seu conhecimento e das suas boas práticas.

Bibliografia

- [1] Kendall, G.R. – *Statistical Analysis of Extreme Values – First Canadian Hydrology Conference, July 1959.*
- [2] IEC – *International Electrotechnical Commission, “IEC 60826 - Design Criteria of Overhead Transmission Lines”, Technical Committee nº 11, Secretariats 27 & 28, Recommendations for Overhead Lines, Ed. 3, 2000.*
- [3] Cigré Working Group 22.06, *“Probabilistic Design of Overhead Transmission (CIGRÉ Brochure 109 - 22-00 (WG-06)01, 1996*
- [4] Silva Filho, J. I., Menezes Jr, A. A. – *Mapeamento de Isótocas do Brasil, Relatório Técnico Cepel 851/82.*
- [5] Menezes Jr, A. A., Tan A. L., Fernandes D. - *Velocidades de vento de elevada intensidade ocorridas em Florianópolis e Passo Fundo - Um enfoque metodológico estatístico - XVII SNPTEE, Uberlândia, 2003*
- [6] Silva Filho, J. I., Alves Menezes Jr, A., et alli, *Esforços devidos ao vento sobre componentes de LTs e fatores de correção normativos compatíveis com a realidade brasileira - XVIII SNPTEE, Curitiba 2005*
- [7] Silva Filho, J. I., Alves Menezes Jr, A., et alli, *“Assessment of Environmental Statistics as an Accessible Breakthrough to Improve OHTLs Design”, Bienal CIGRÉ, 2006*

Anexo I Critérios a serem atendidos (sic)

8.1 Confiabilidade

8.1.1 O projeto mecânico de uma LT aérea deve ser desenvolvido segundo a IEC 60826.

8.1.2 O período de retorno do vento extremo, que caracteriza o nível de confiabilidade do projeto eletromecânico da LT aérea, deve ser igual ou superior a 150 anos, que corresponde ao nível 2 da IEC 60826, para LT com tensão nominal igual ou inferior a 230 kV e igual ou superior a 250 anos, que corresponde a um nível intermediário entre os níveis 2 e 3 da IEC 60826, para LT com tensão nominal superior a 230 kV.

8.2 Parâmetros de vento

8.2.1 Para o projeto mecânico de uma LT aérea, os carregamentos oriundos da ação do vento nos componentes físicos dessa LT devem ser estabelecidos a partir da caracterização probabilística das velocidades de vento da região, com tratamento para fenômenos meteorológicos severos, tais como, sistemas frontais, tempestades, tornados, furacões etc.

8.2.2 Os parâmetros explicitados a seguir devem ser obtidos a partir de dados fornecidos por estações anemométricas selecionadas adequadamente para caracterizar a região atravessada pela LT aérea:

(a) média e coeficiente de variação (em porcentagem) das séries de velocidades máximas anuais de vento a 10 m de altura, com tempos de integração da média de 3 (três) segundos (rajada) e 10 (dez) minutos (vento médio);

(b) velocidade máxima anual de vento a 10 m de altura, com período de retorno correspondente ao vento extremo, como definido no item 8.1.2 deste submódulo, e tempos de integração para o cálculo da média de 3 (três) segundos e 10 (dez) minutos. Se o número de anos da série de dados de velocidade for pequeno, na estimativa da velocidade máxima anual deve ser adotado, no mínimo, um coeficiente de variação compatível com as séries mais longas de dados de velocidades de ventos medidas na região;

(c) coeficiente de rajada para a velocidade do vento a 10 m de altura, referenciado ao tempo de integração da média de 10 (dez) minutos;

(d) velocidade máxima anual de vento a 10 m de altura, com período de retorno de 50 anos e tempo de integração para o cálculo da média de 10 (dez) minutos;

(e) categoria do terreno adotada para o local das medições.

8.2.3 No tratamento das velocidades de vento, para fins de dimensionamento, deve ser considerada a categoria de terreno, conforme definida na IEC 60826, que melhor se ajuste à topologia do corredor da LT aérea.

Anexo II Distribuição de Gumbel⁴ e velocidades máximas de vento

A distribuição de valores máximos de Gumbel culminou por se constituir numa unanimidade para explicar os eventos de velocidades máximas anuais de vento no setor elétrico mundial, o brasileiro aí incluído. Os esforços atuais convergem no sentido de otimizar a aplicação da distribuição de Gumbel com base em dados coletados no próprio país e colocá-los em consonância com os protocolos normativos de outros países, tal como é o caso da IEC 60826 e da NBR - 5422. De uma forma genérica, a referida distribuição pode ser definida por [2]:

$$V_T = V_m + s (Y - C_2) / C_1 \qquad Y = - \ln [- \ln (1 - 1 / T)]$$

| | | |
|---------------|---|-----------------|
| V_m | velocidade média da amostra de máximos anuais | (km/h) |
| s | desvio-padrão da amostra de máximos anuais | (km/h) |
| V_T | velocidade de vento, período de retorno T | (anos) |
| C_1 e C_2 | coeficientes da distribuição de Gumbel | (ver Tabela A1) |

Os citados coeficientes são calculados pelas equações:

$$Z_i = - \ln [- \ln(1 - i/(n + 1))] \qquad \textit{i variando de 1 até n}$$

C_2 valor médio de Z_i
 C_1 desvio-padrão de Z_i

Como os valores de C_1 e de C_2 só dependem do tamanho da mostra, os seus respectivos valores encontram-se definidos na Tabela A1.

⁴ Emil Julius Gumbel, nascido a 18 de julho de 1891, em Munique. Estatístico de origem judia, era considerado pela República de Weimar como um dos seus maiores inimigos, pelos seus discursos pacifistas e socialistas.

Tabela A1 - Valores dos coeficientes C_1 e C_2

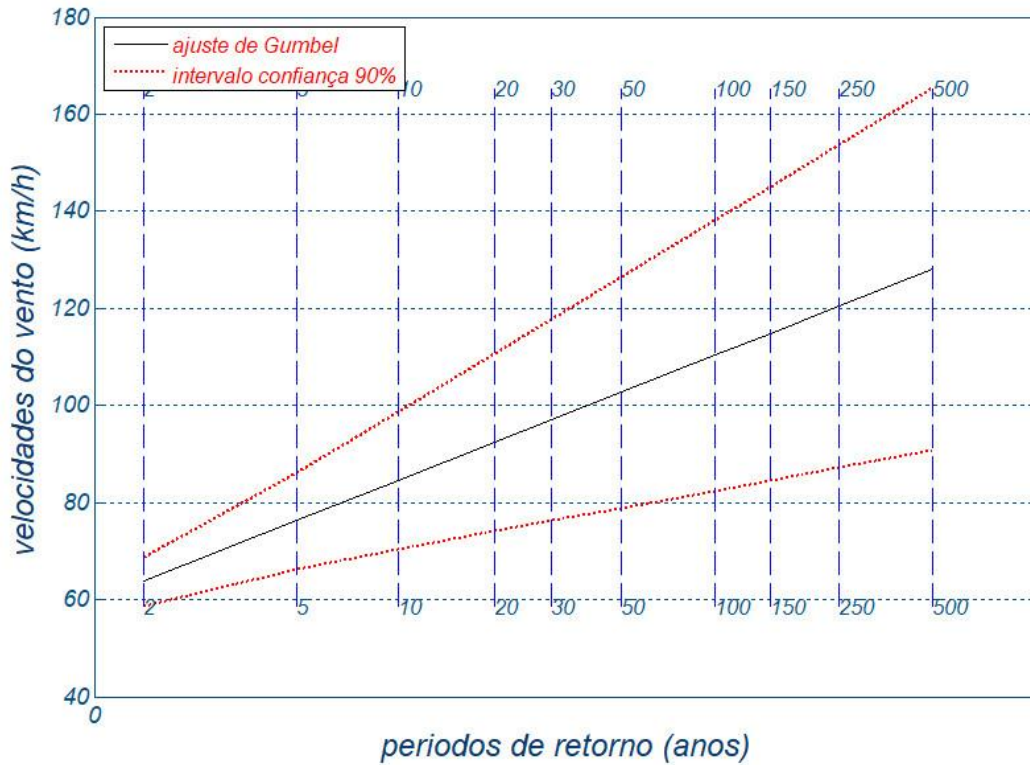
| n | C_1 | | | n | C_2 | | |
|-----|---------|----------|---------|-----|---------|----------|---------|
| 2 | 0.49838 | 17 | 1.03970 | 2 | 0.40434 | 17 | 0.51768 |
| 3 | 0.64348 | 18 | 1.04810 | 3 | 0.42859 | 18 | 0.51980 |
| 4 | 0.73147 | 19 | 1.05570 | 4 | 0.44580 | 19 | 0.52175 |
| 5 | 0.79278 | 20 | 1.06280 | 5 | 0.45879 | 20 | 0.52355 |
| 6 | 0.83877 | 21 | 1.06940 | 6 | 0.46903 | 21 | 0.52522 |
| 7 | 0.87493 | 22 | 1.07550 | 7 | 0.47735 | 22 | 0.52678 |
| 8 | 0.90432 | 23 | 1.08120 | 8 | 0.48428 | 23 | 0.52823 |
| 9 | 0.92882 | 24 | 1.08650 | 9 | 0.49015 | 24 | 0.52959 |
| 10 | 0.94963 | 25 | 1.09140 | 10 | 0.49521 | 25 | 0.53086 |
| 11 | 0.96758 | 26 | 1.09610 | 11 | 0.49961 | 26 | 0.53206 |
| 12 | 0.98327 | 27 | 1.10050 | 12 | 0.50350 | 27 | 0.53319 |
| 13 | 0.99713 | 28 | 1.10470 | 13 | 0.50695 | 28 | 0.53426 |
| 14 | 1.00950 | 29 | 1.10860 | 14 | 0.51004 | 29 | 0.53527 |
| 15 | 1.02060 | 30 | 1.11240 | 15 | 0.51284 | 30 | 0.53622 |
| 16 | 1.03060 | ∞ | 1.28255 | 16 | 0.51537 | ∞ | 0.57722 |

No caso dos valores de C_1 e C_2 serem assumidos para $n = \infty$, o método acima se identifica com o método dos momentos, que é menos conservador e raramente usado.

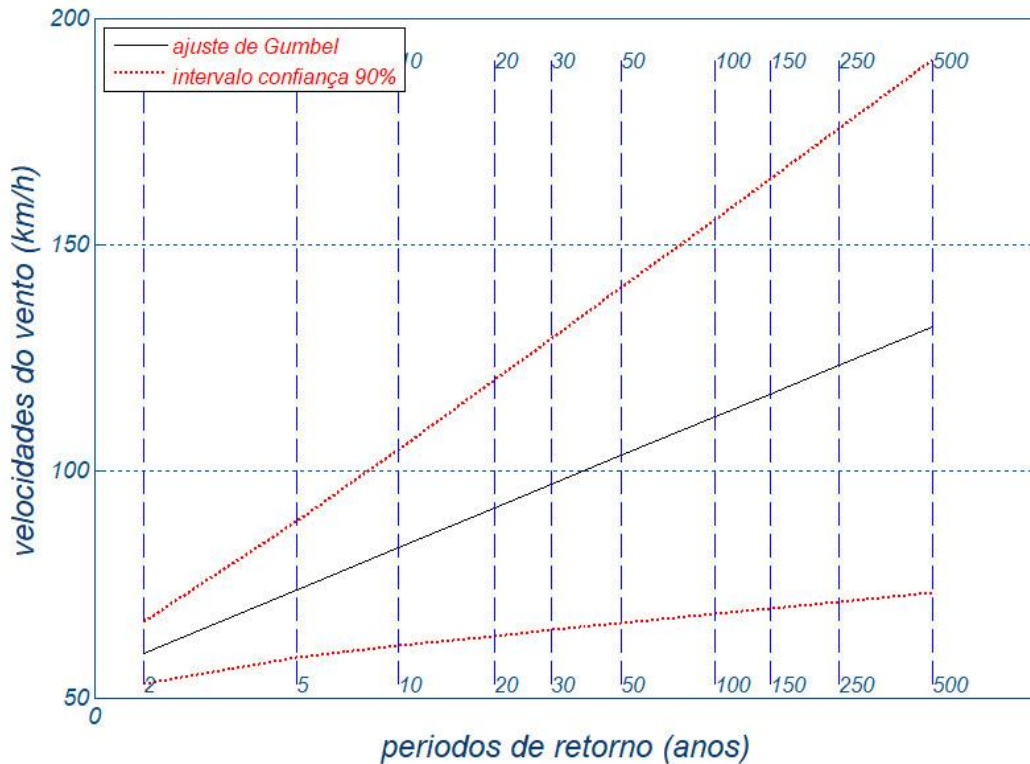
Anexo III Os ajustes da distribuição de Gumbel às amostras

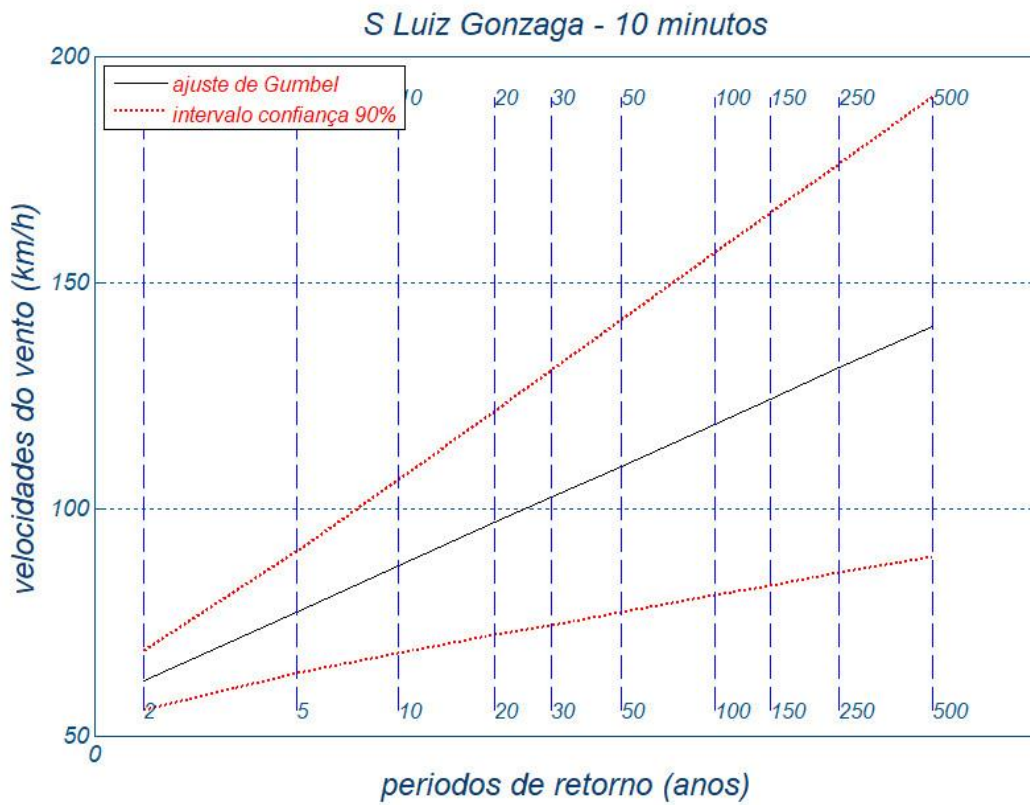
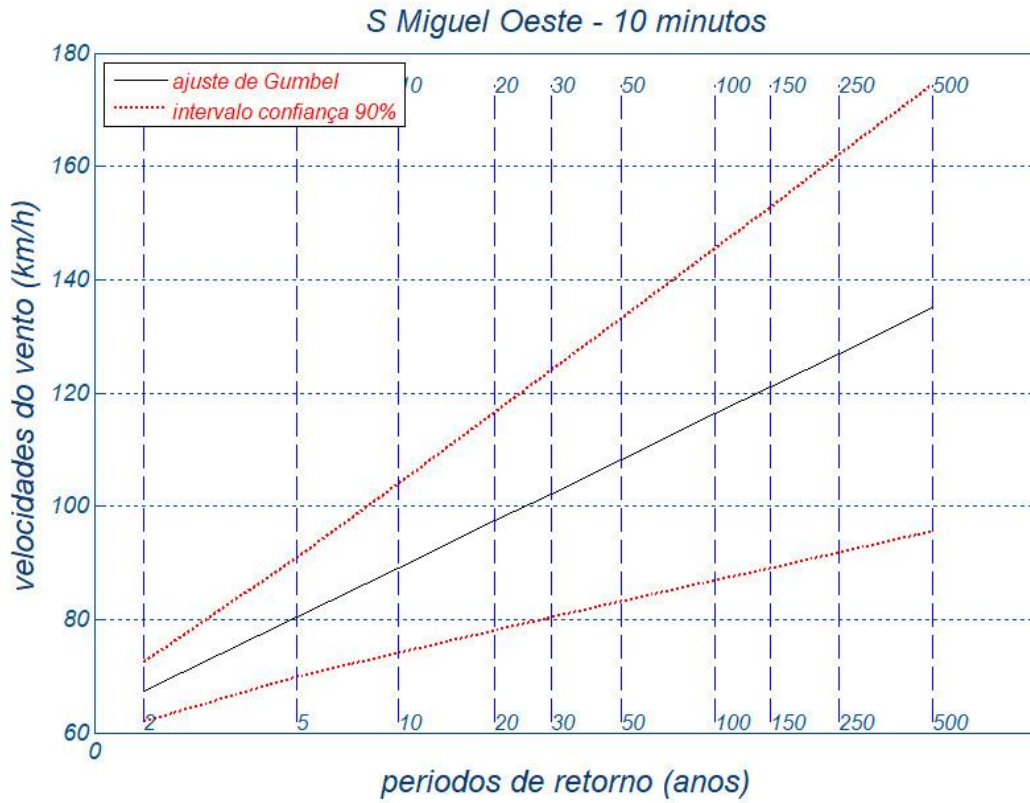
As figuras seguintes ilustram os ajustes de Gumbel em cada estação, tempo de média de 10 minutos. Para os demais tempos de média, os coeficientes da Tabela 3 podem ser usados.

Tubarão - 10 minutos

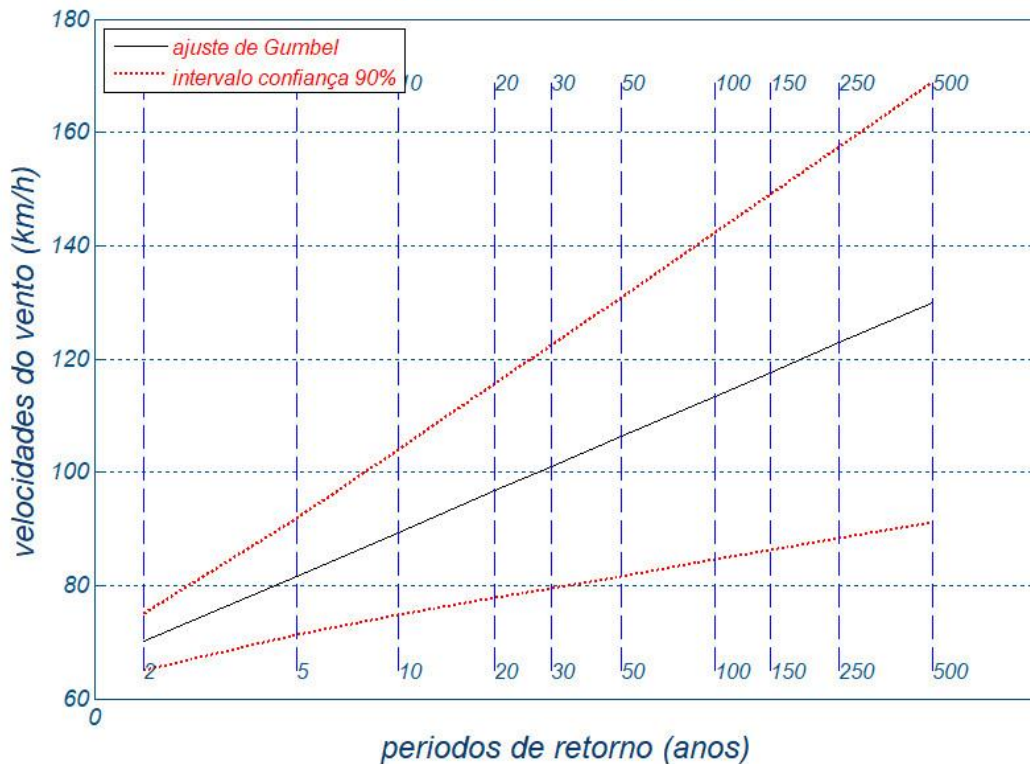


Triunfo RS - 10 minutos

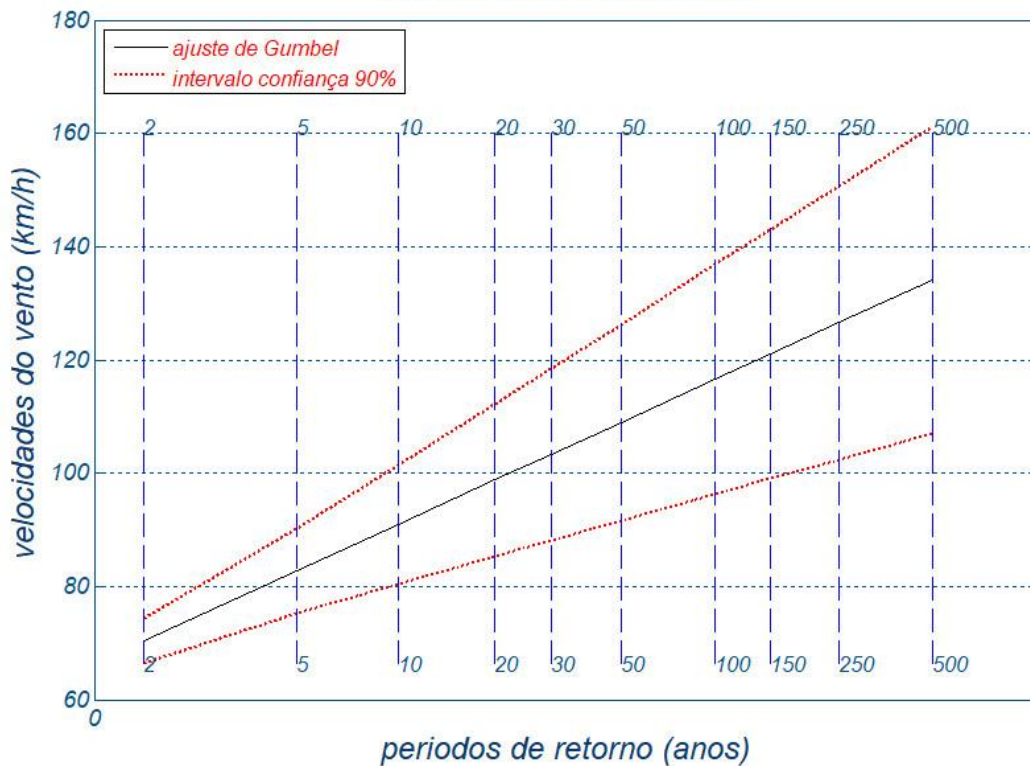


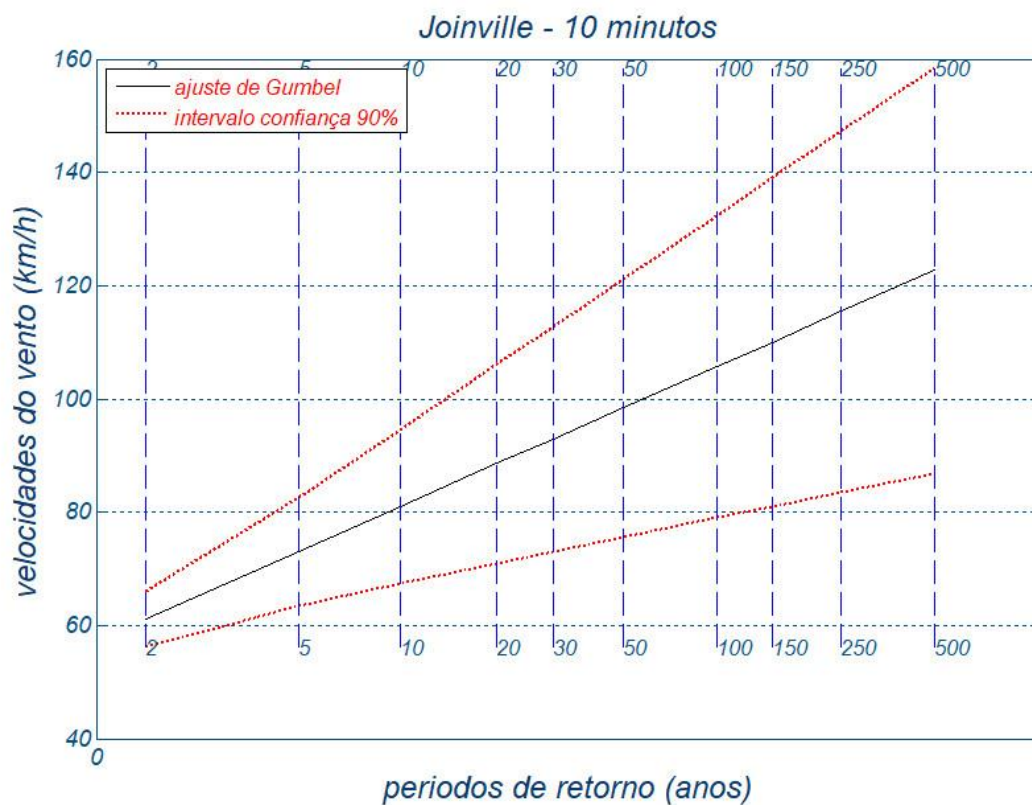
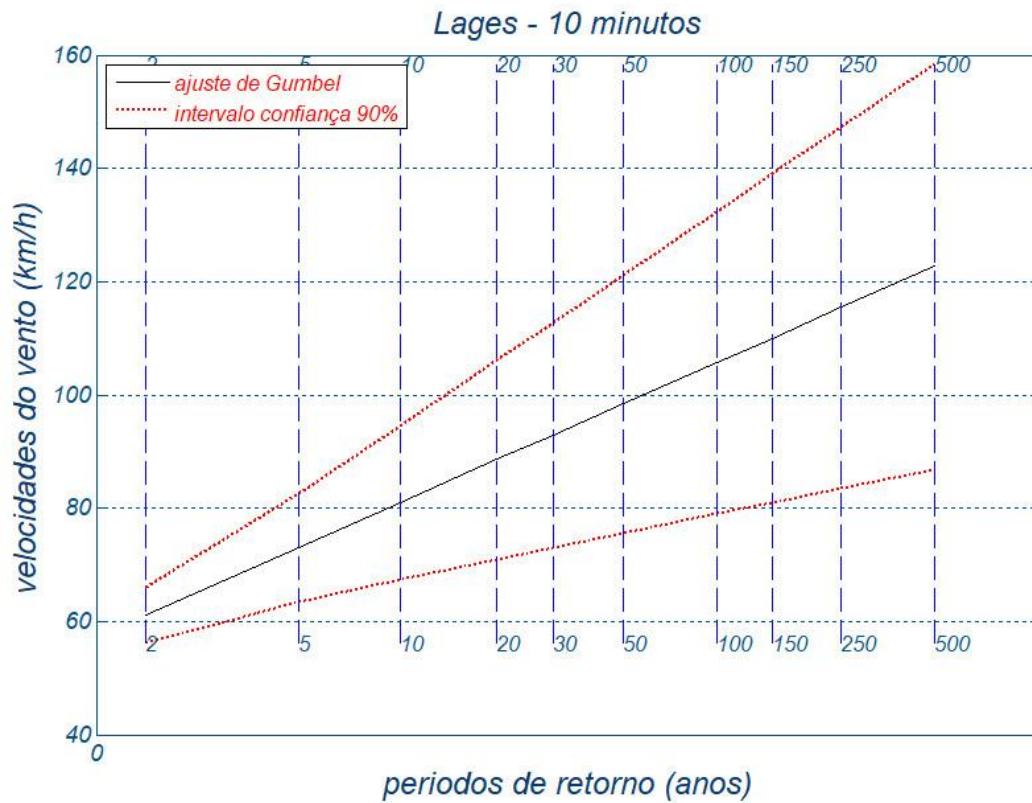


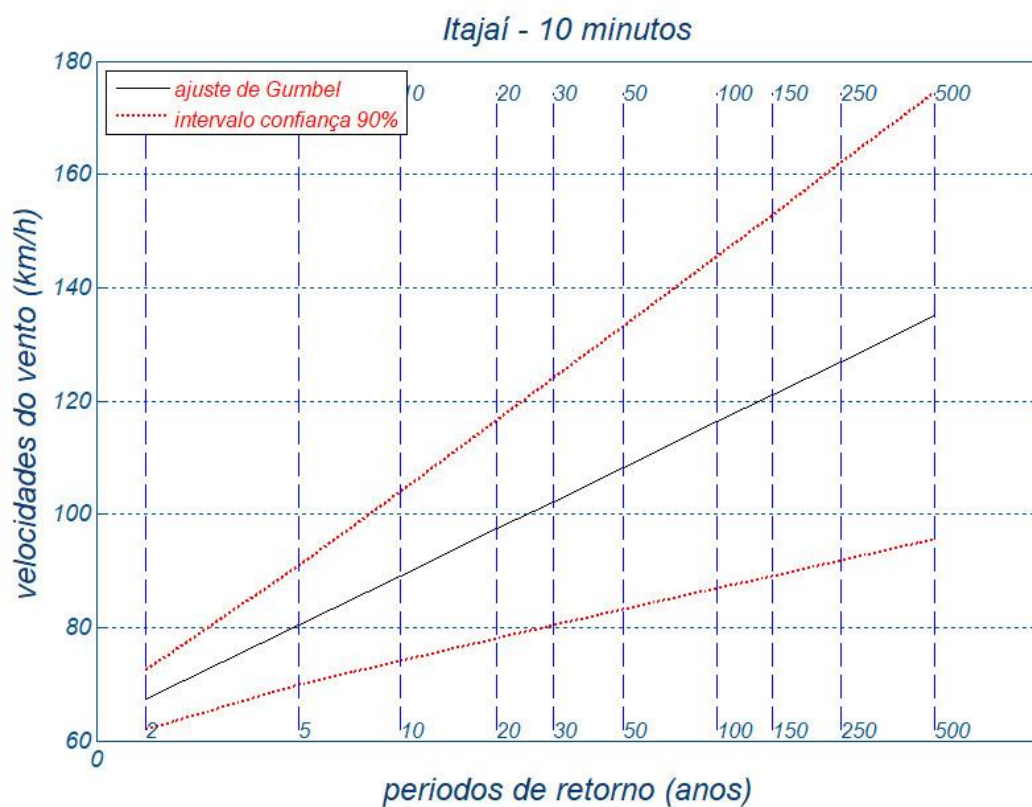
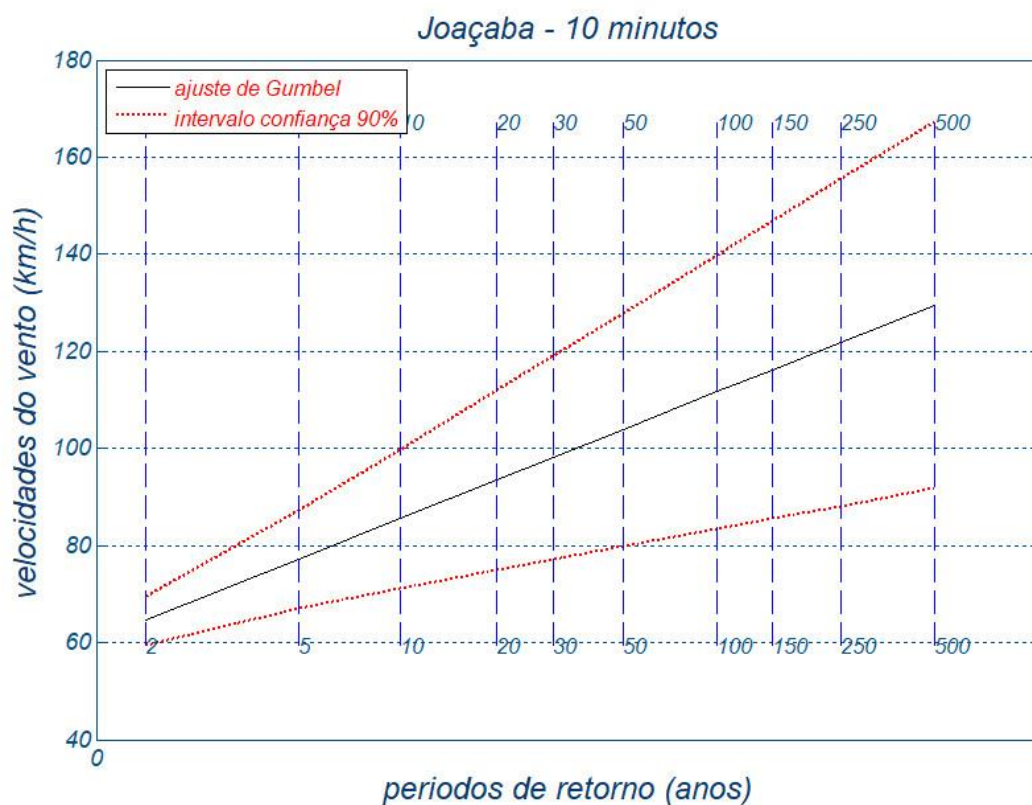
Ponta Grossa - 10 minutos

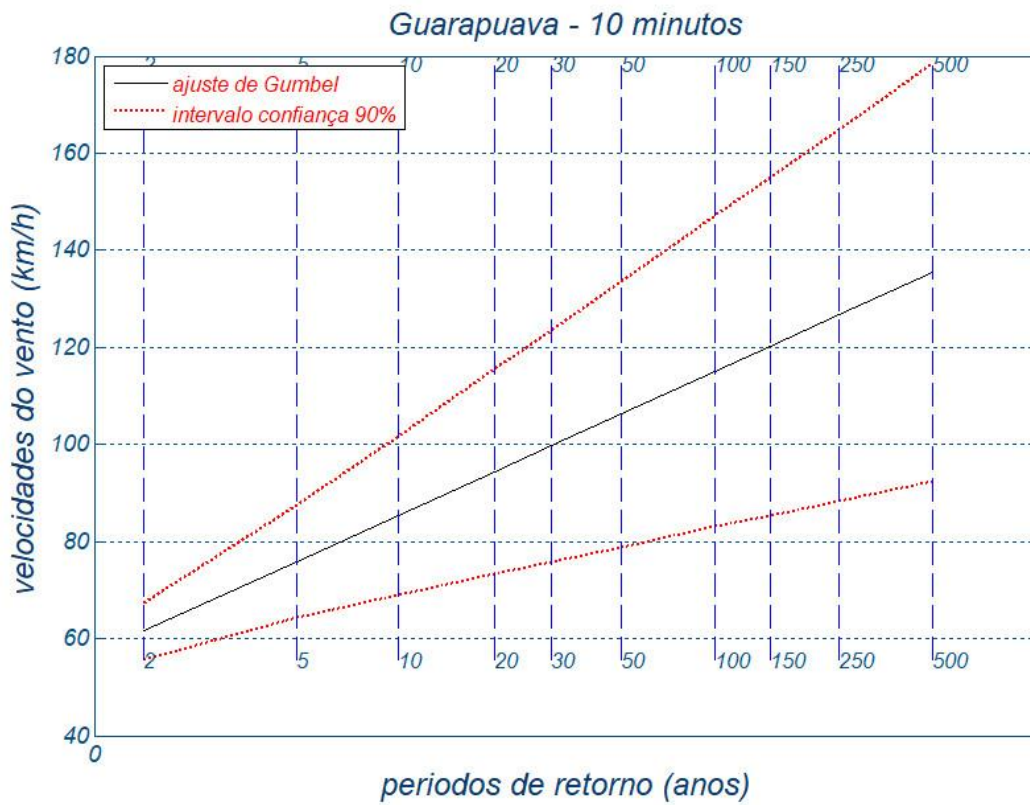
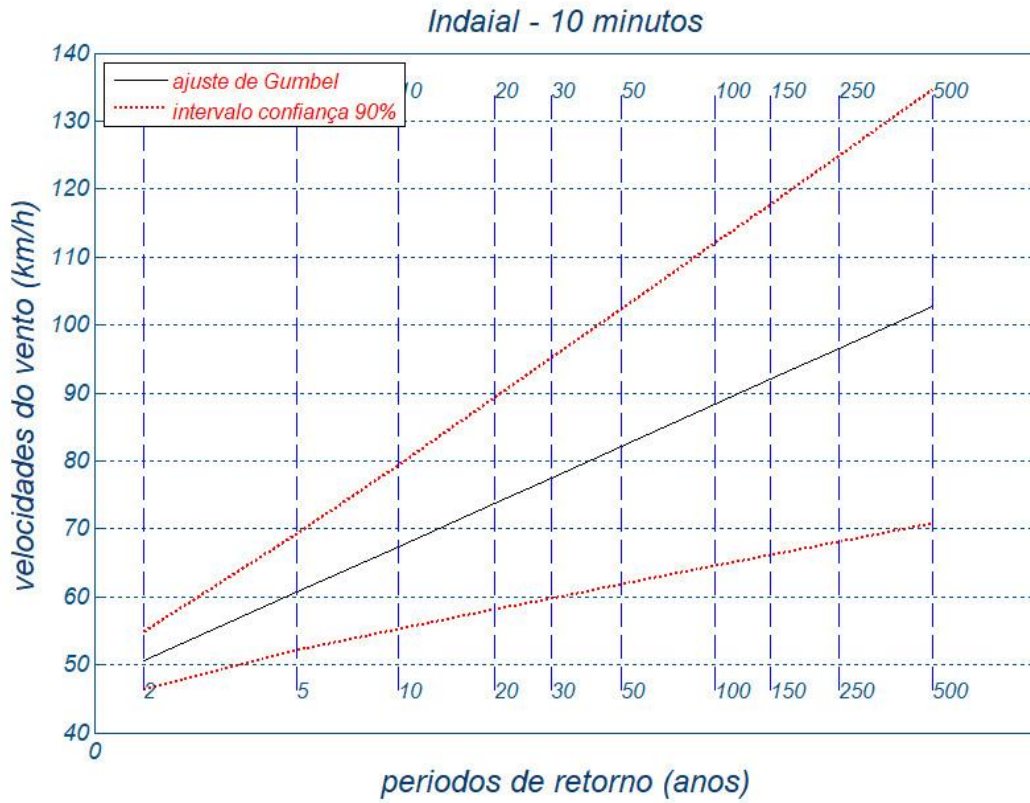


Passo Fundo - 10 minutos

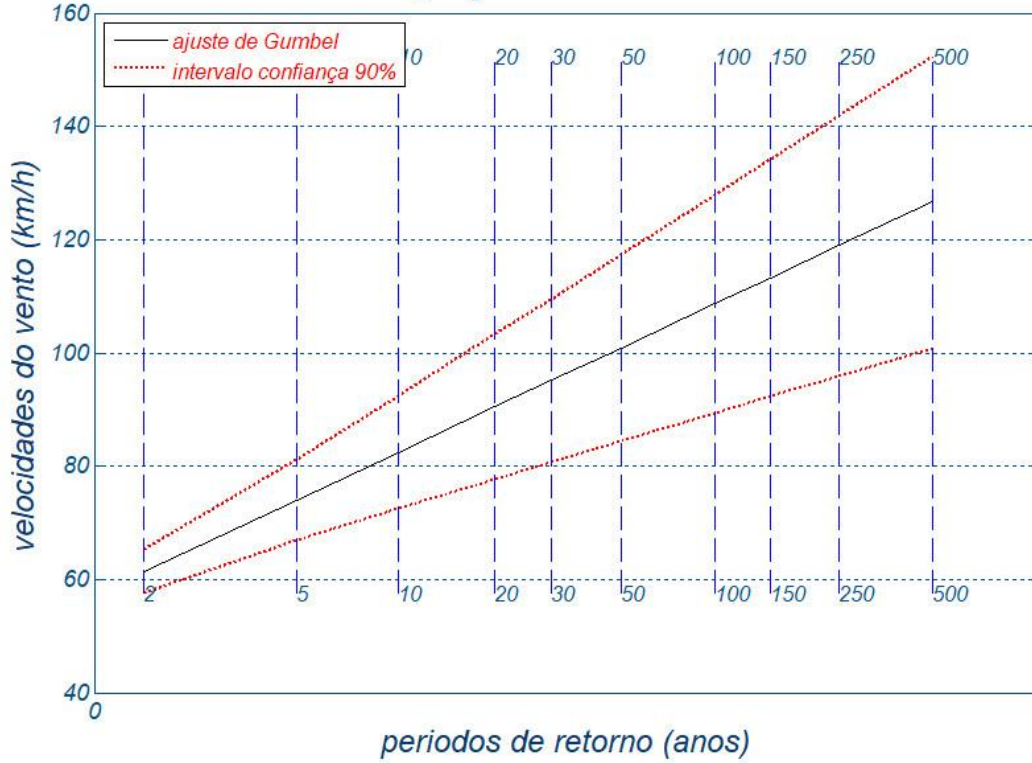




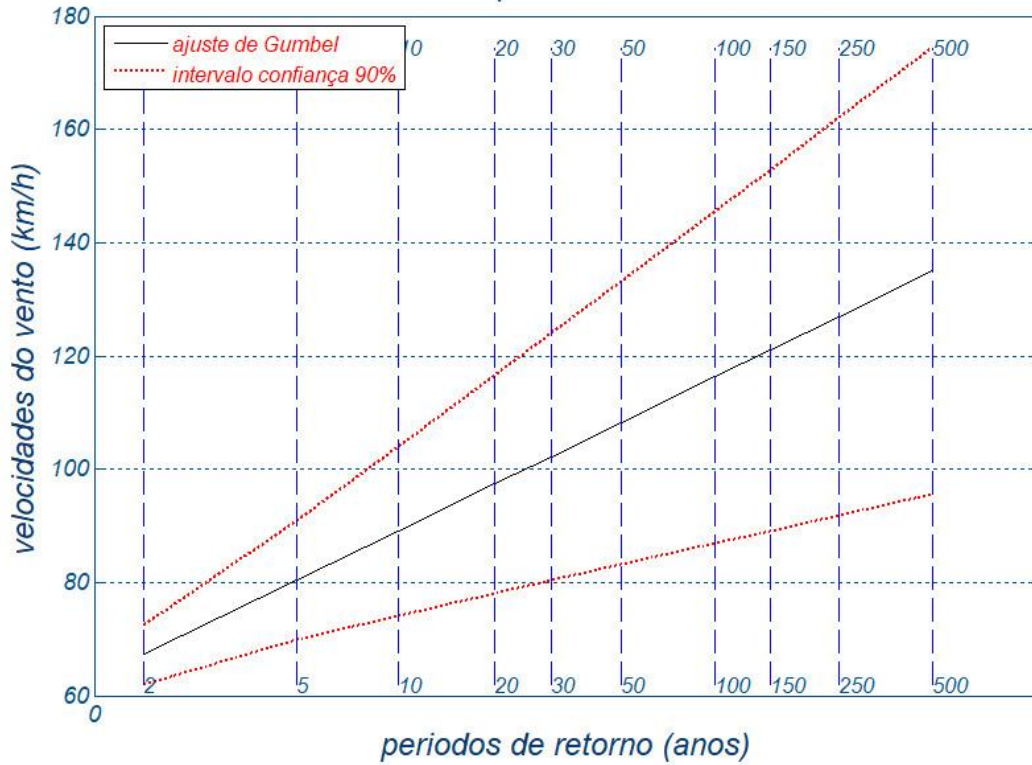


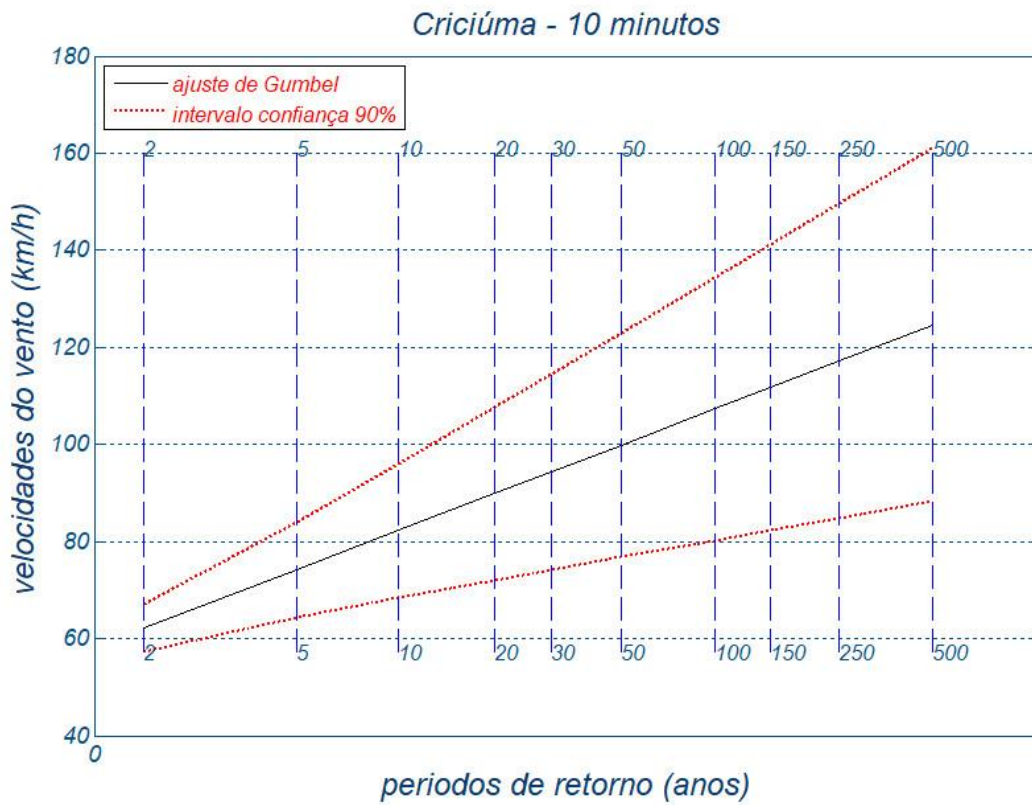
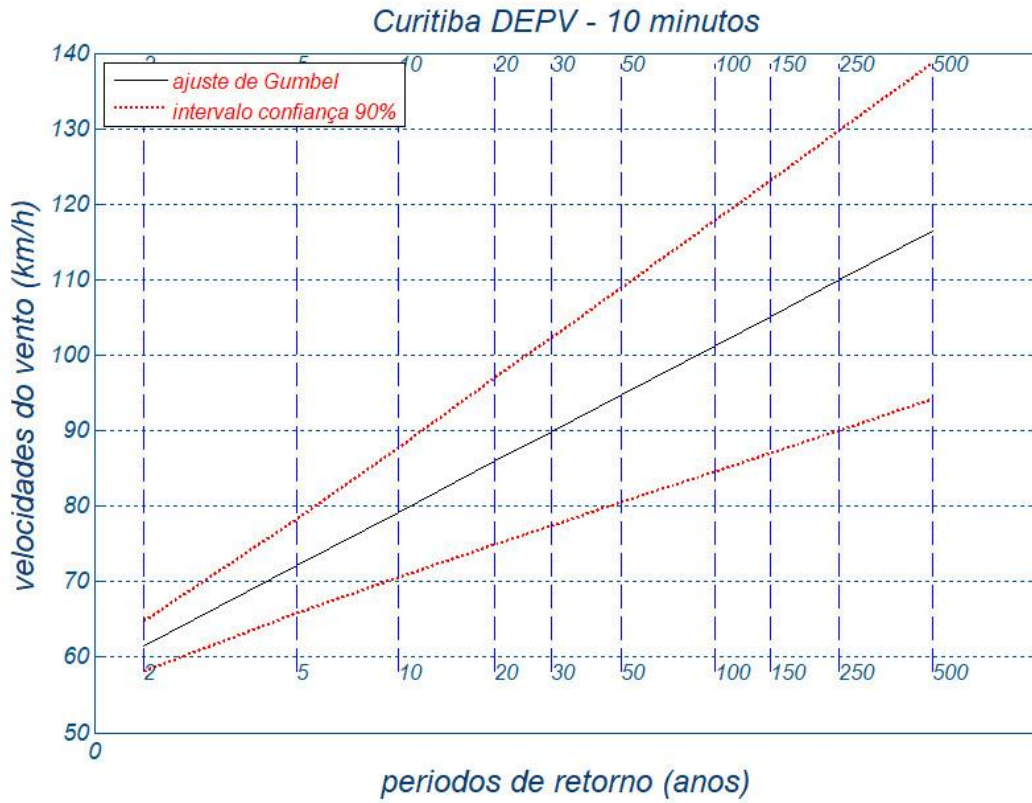


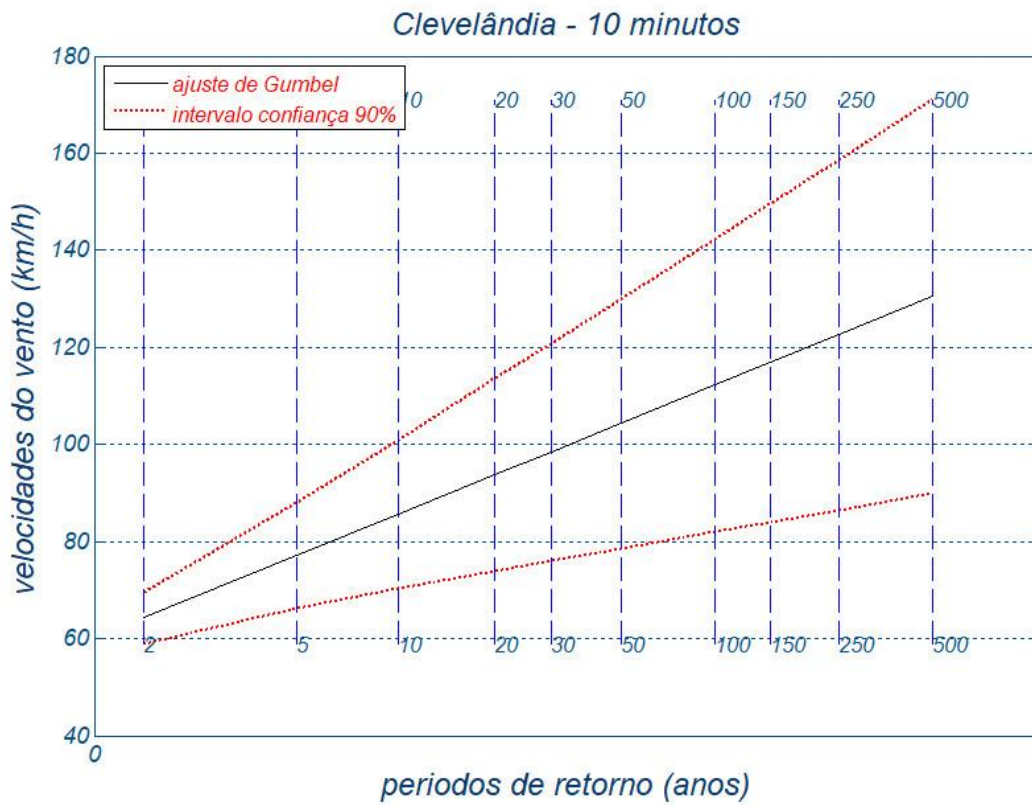
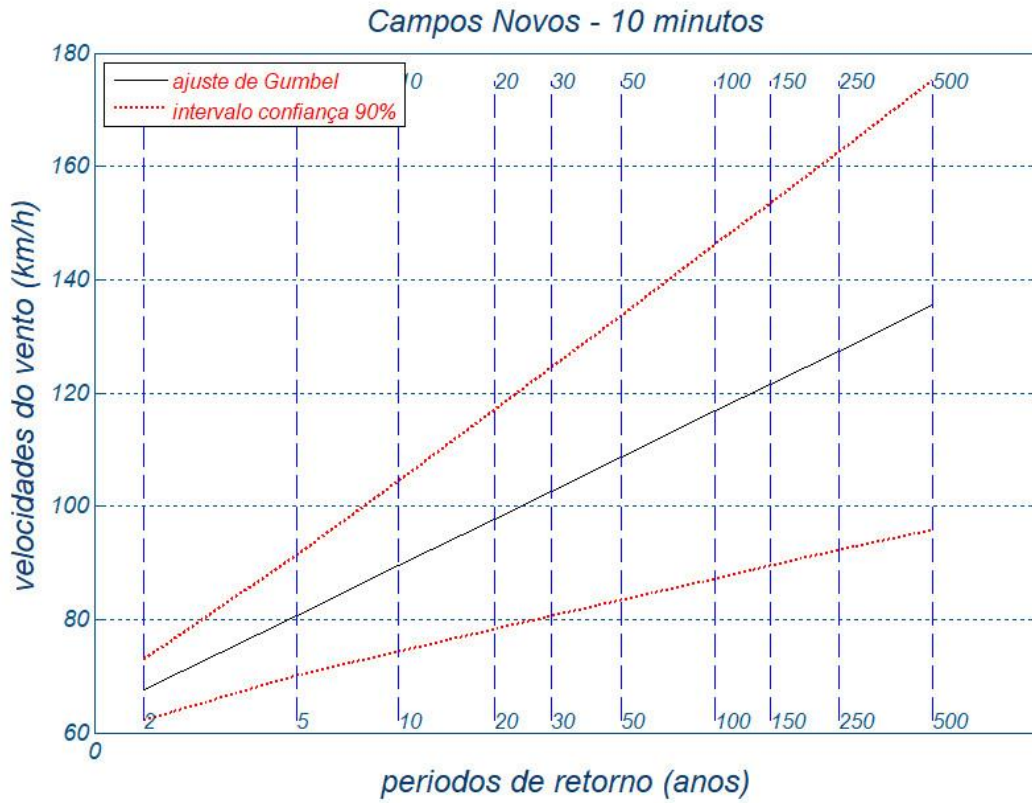
Foz Iguaçu DEP - 10 minutos

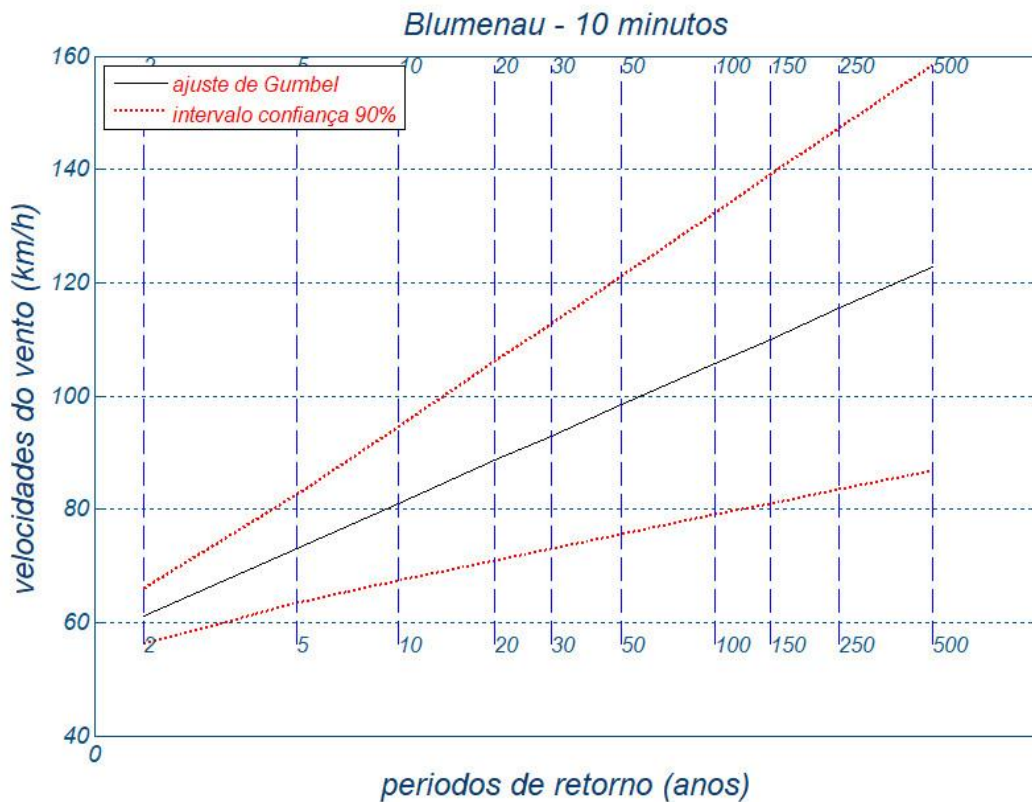
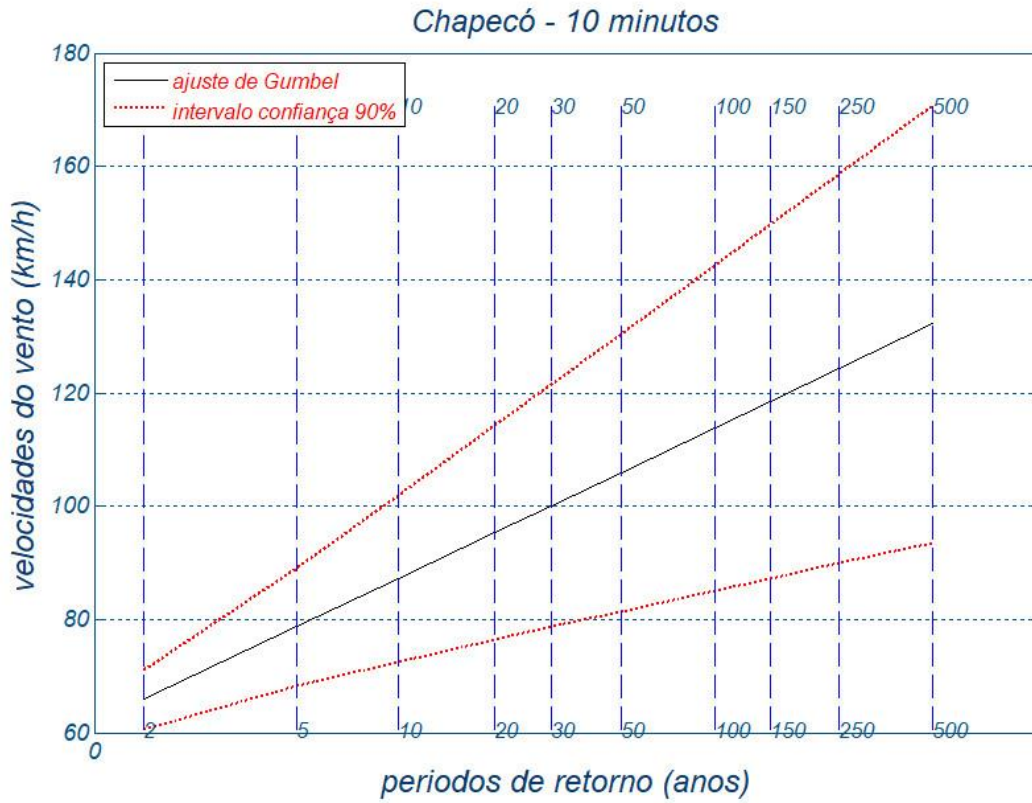


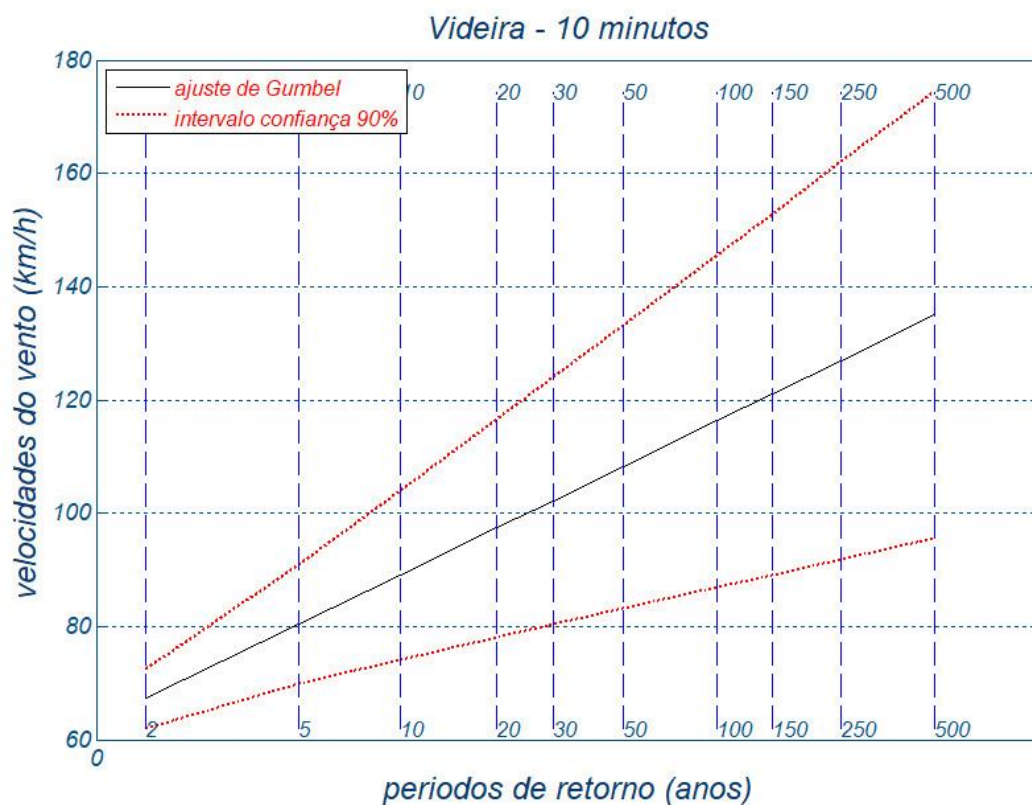
Florianópolis - 10 minutos





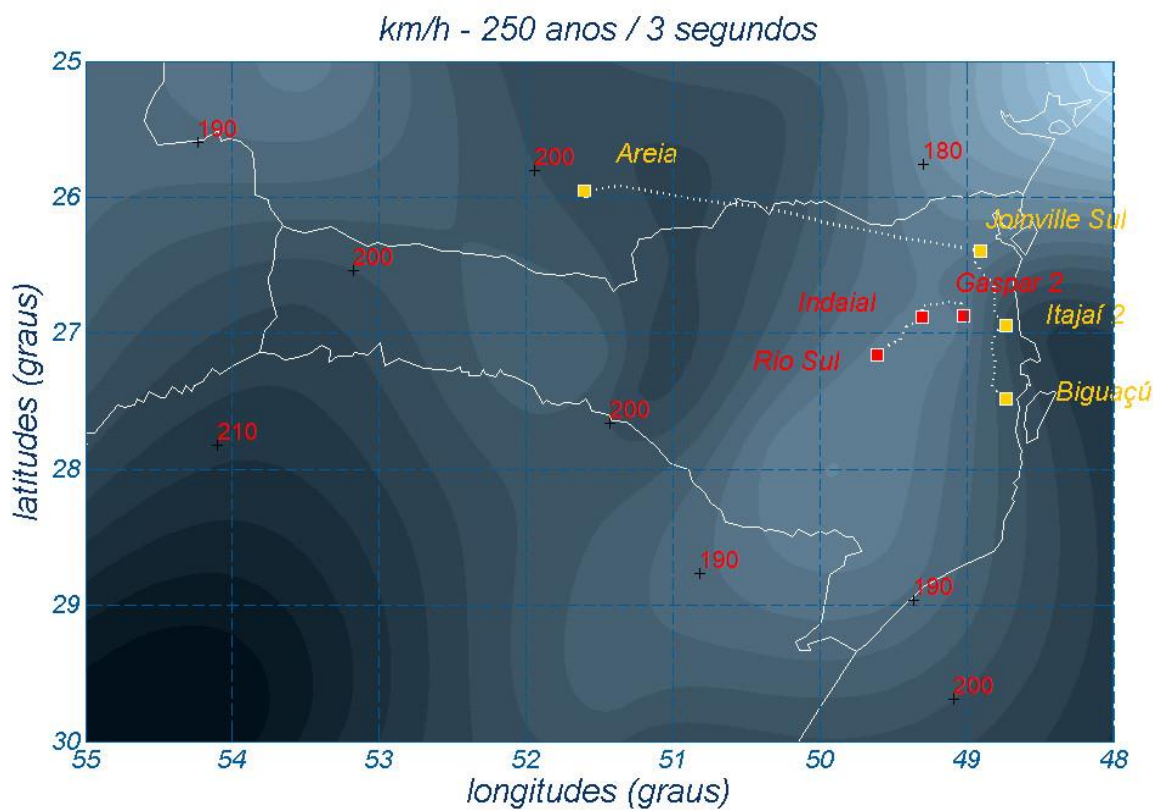
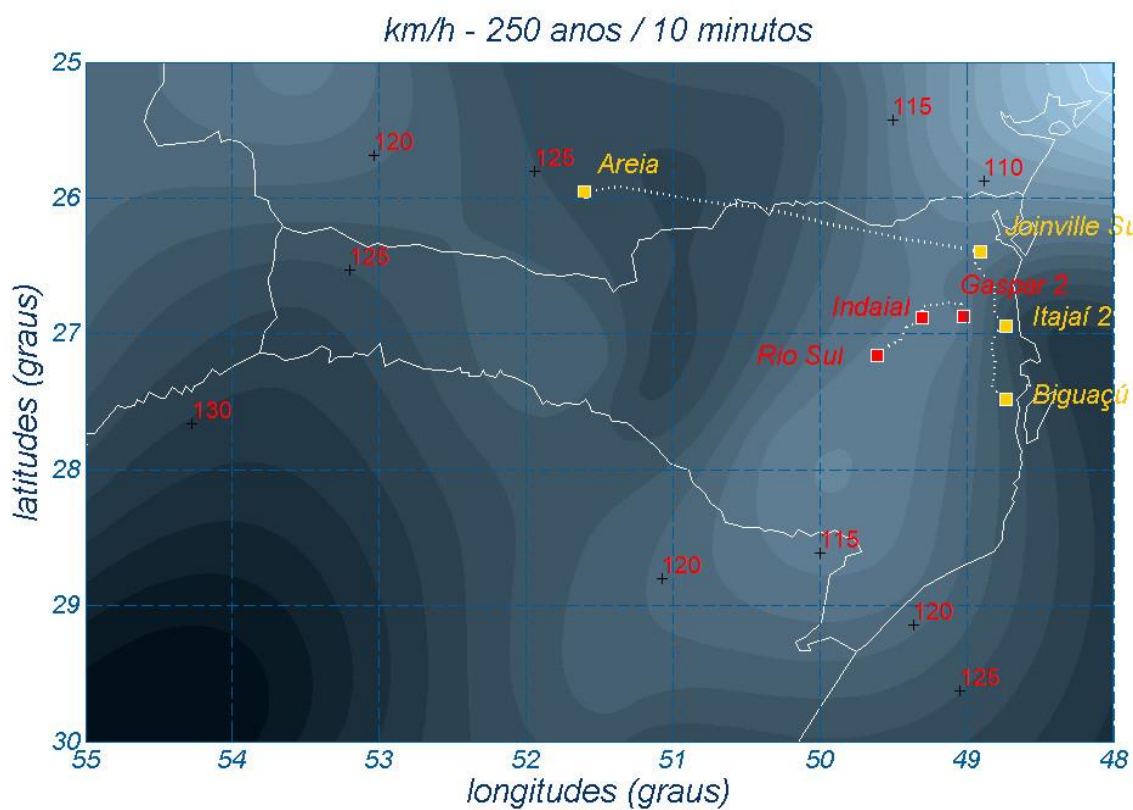


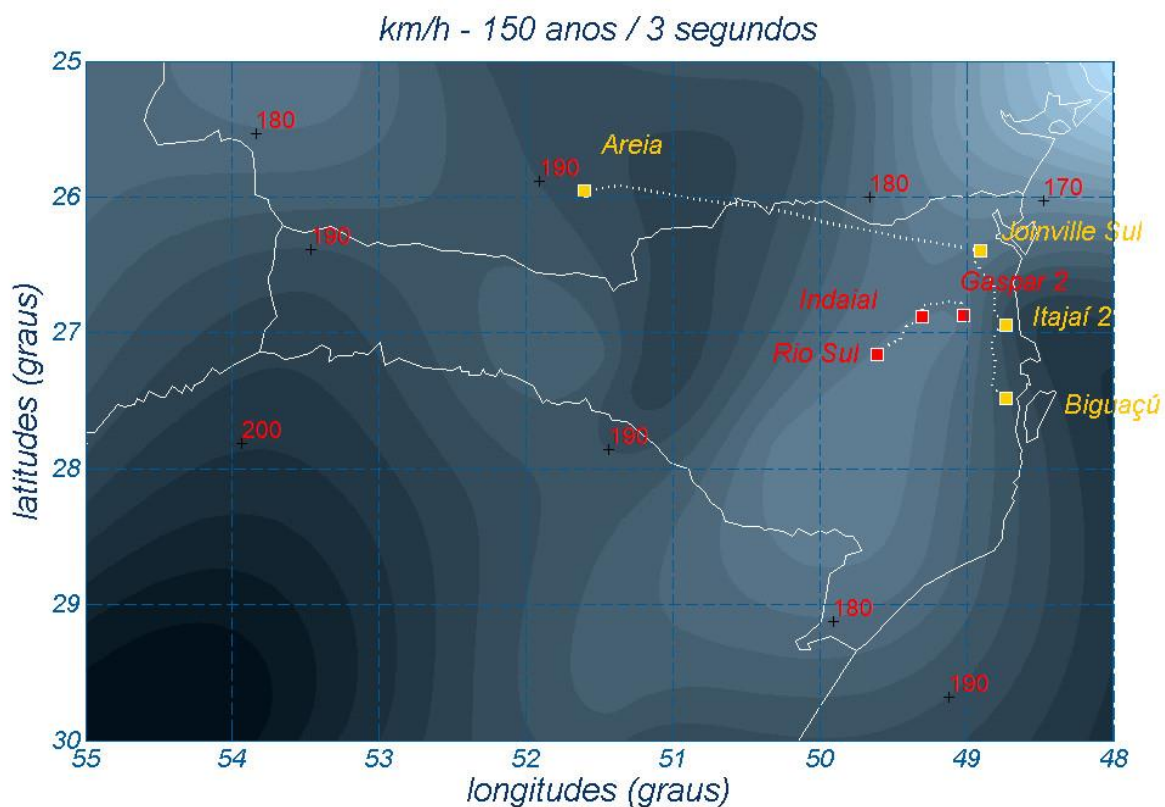
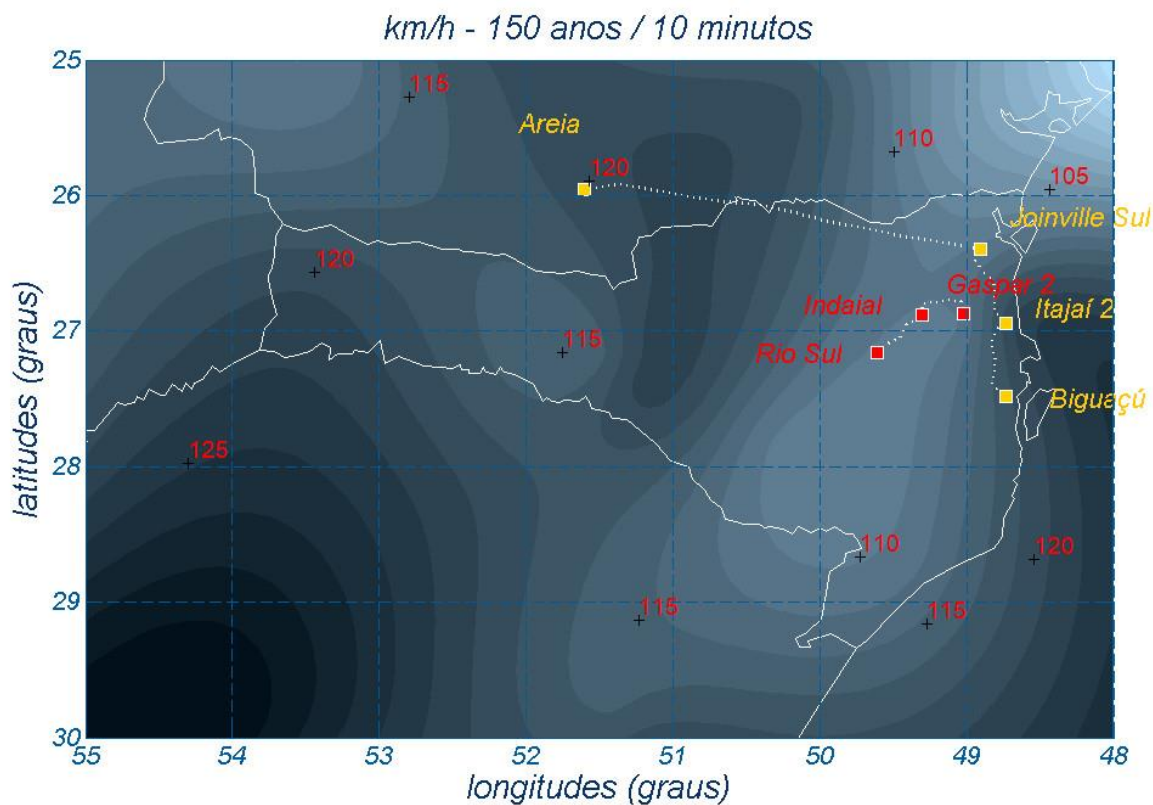


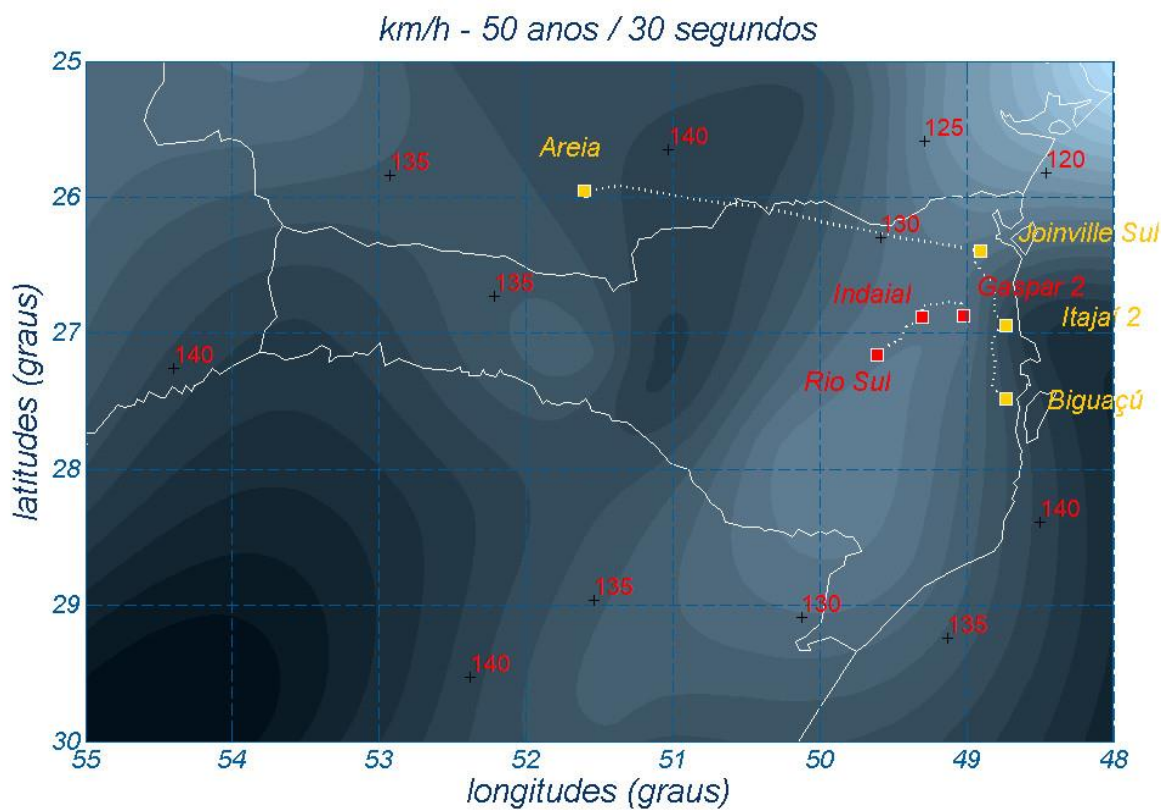
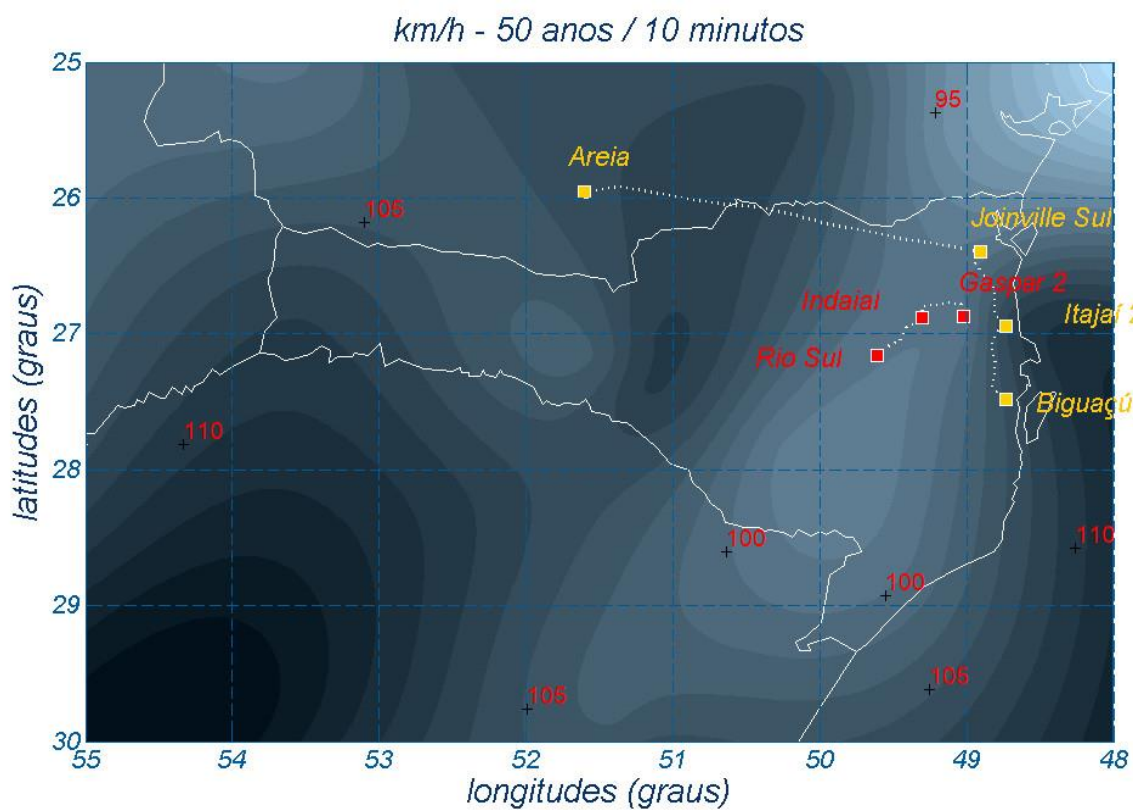


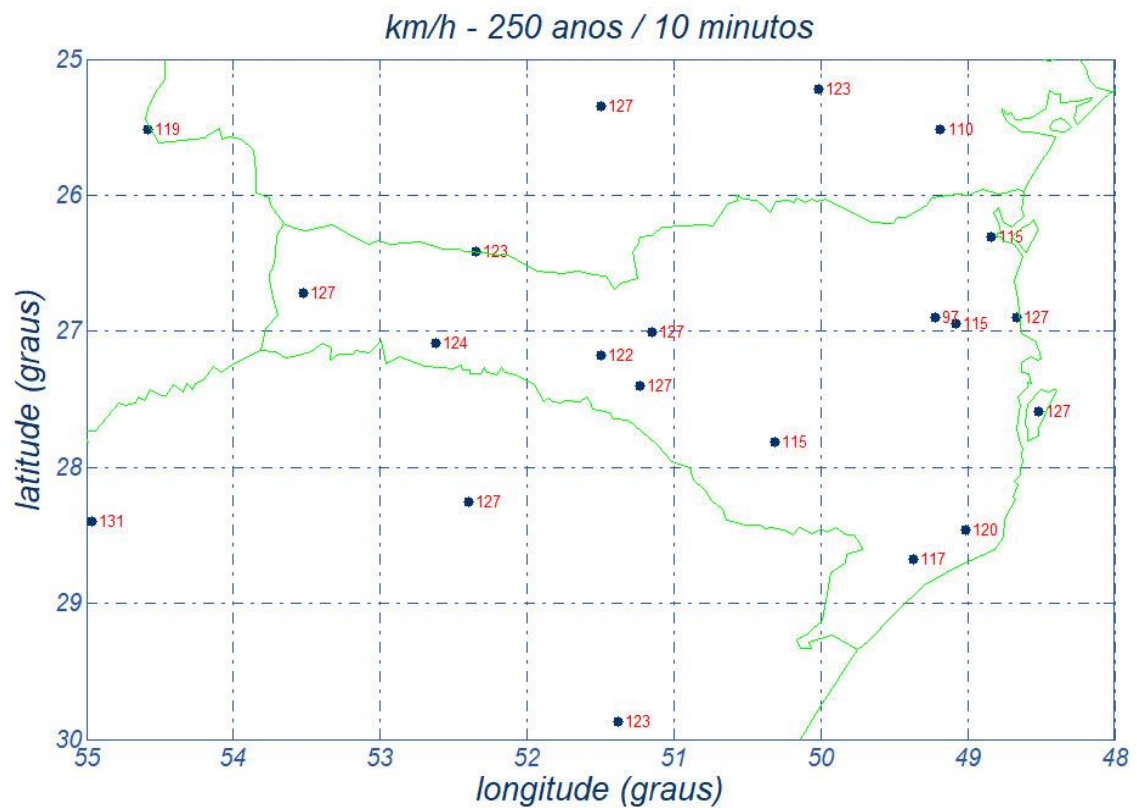
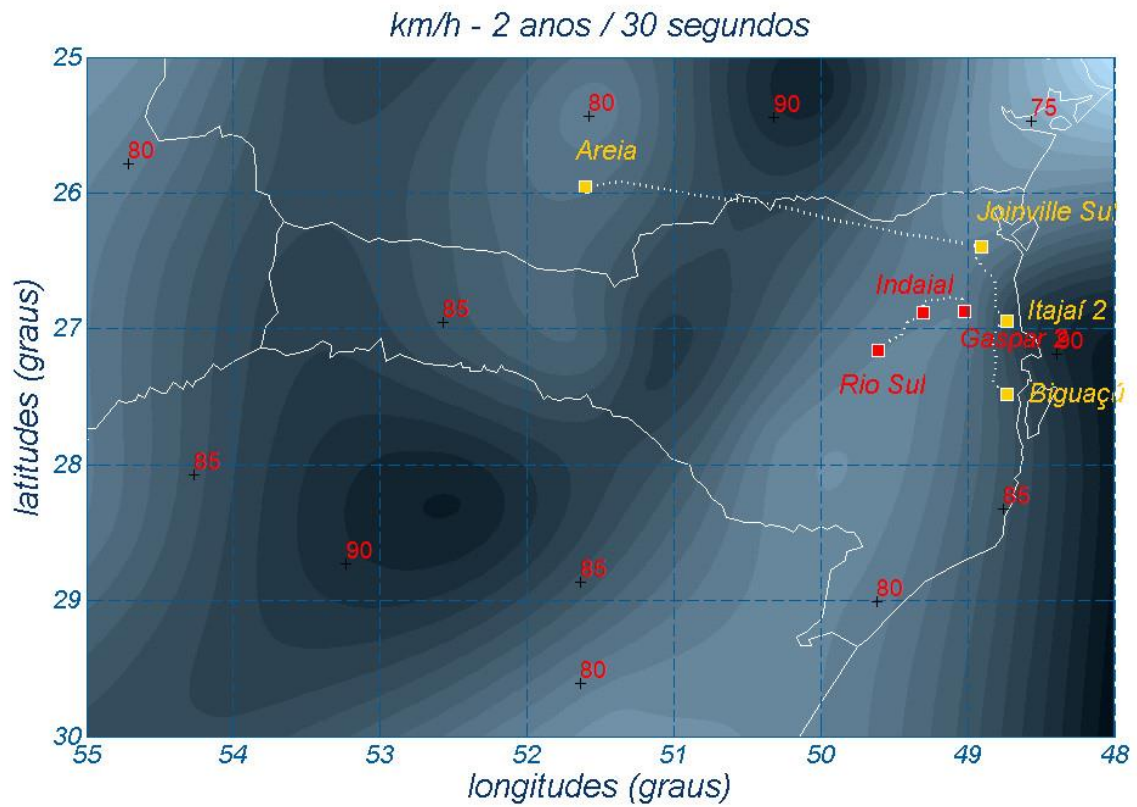
Anexo IV Os mapeamentos de isótopas da região

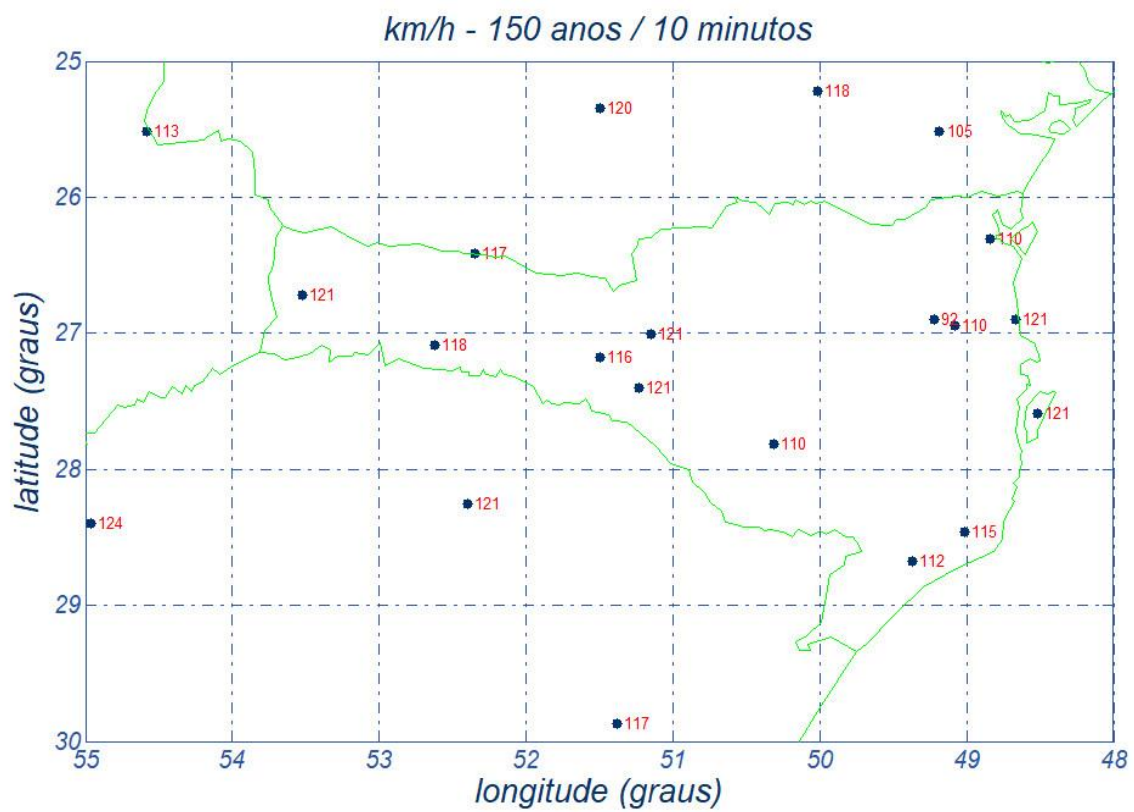
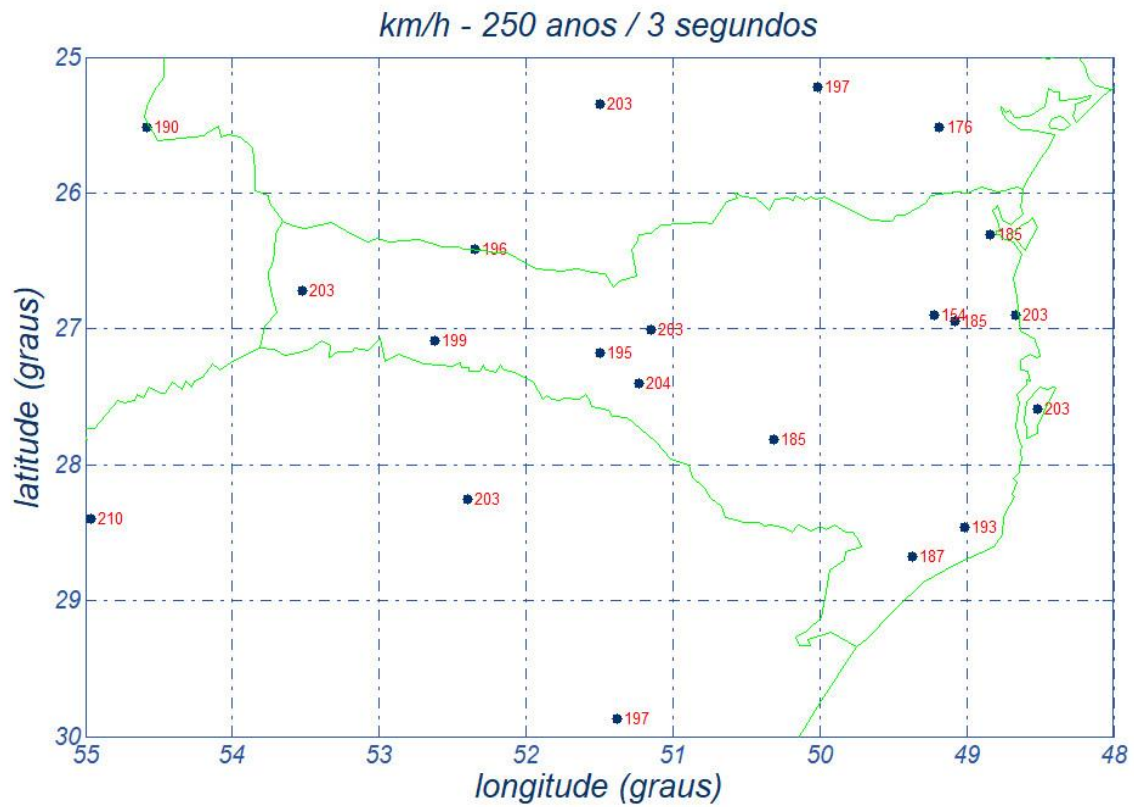
Seguem os mapas de isótopas, períodos de retorno, tempos de média e também mapas com as velocidades de vento nas estações, a 10 m de altura, terreno B.

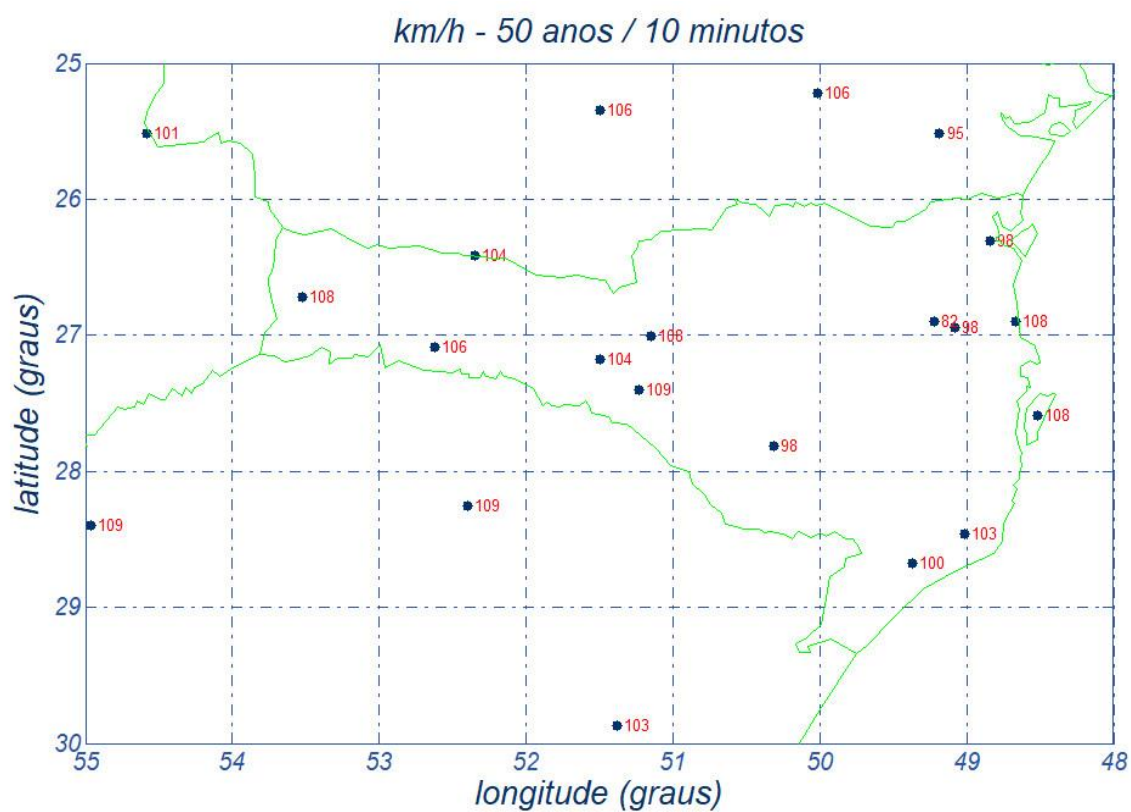
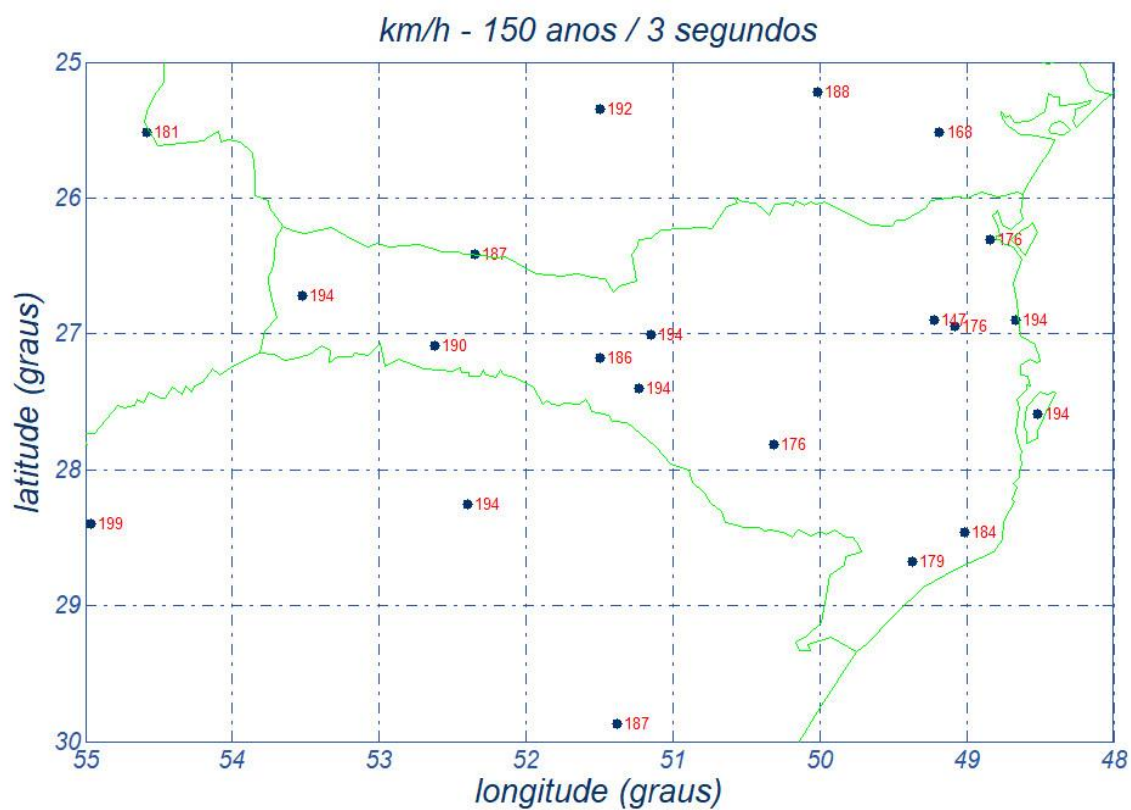


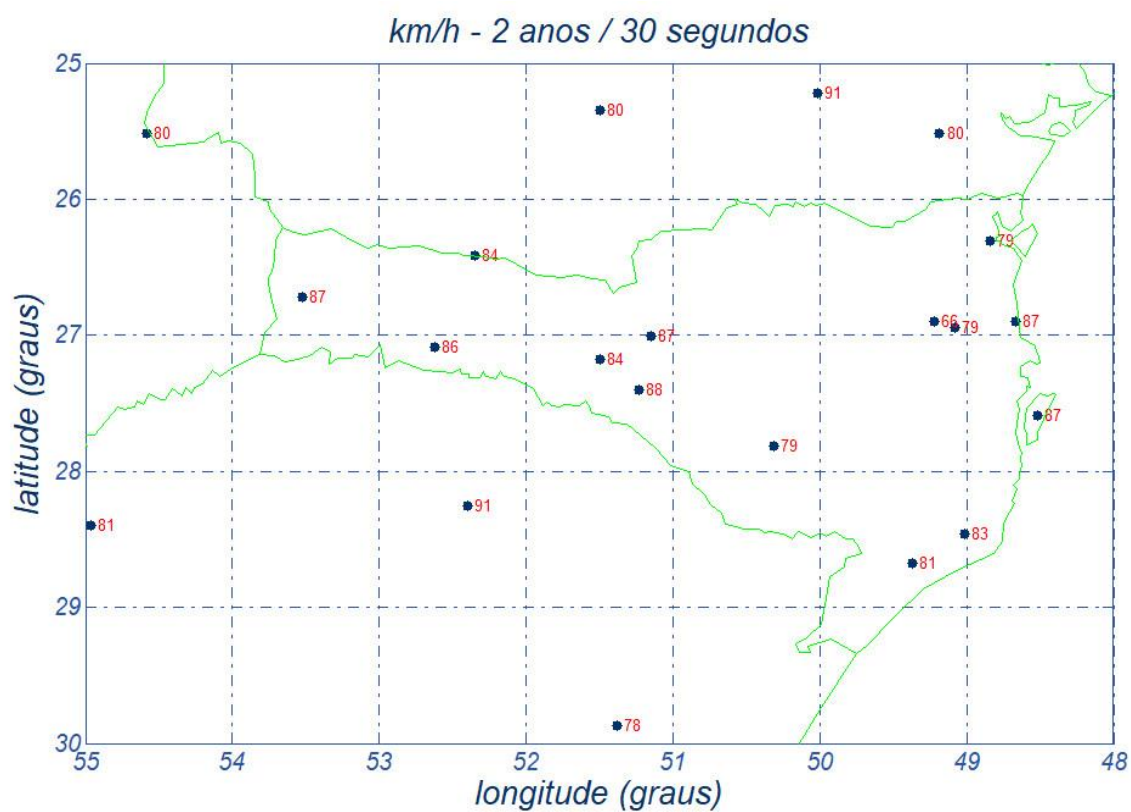
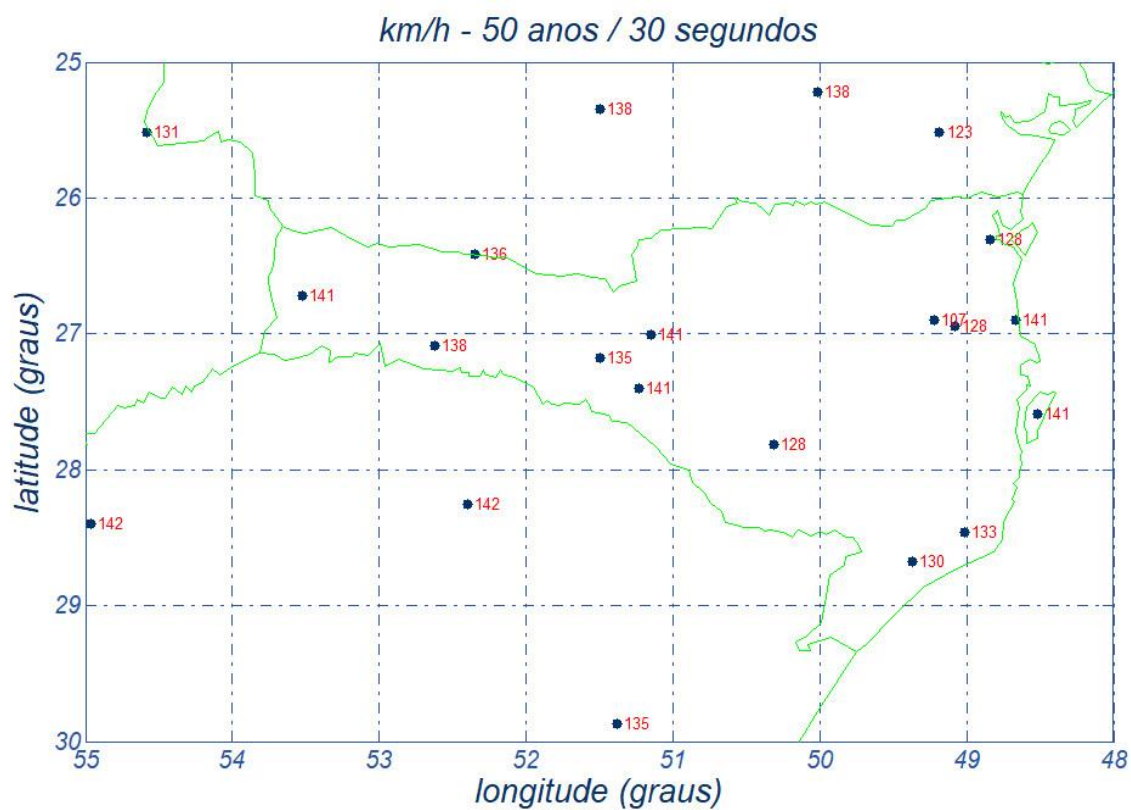












Anexo V O problema da turbulência dos ventos no Brasil

As preocupações relativas aos esforços resultantes da ação do vento sobre componentes de linhas aéreas de transmissão vêm se avolumando no Brasil, como em outros países. As ocorrências de quedas de estruturas tomam a sua devida importância num sistema de fornecimento de energia elétrica cada vez mais interligado e mais dependente de uma uniformidade de parâmetros de projeto capazes de estabelecer uma base uniforme e comparativa.

Pelas suas características aleatórias, a ação do vento em LTs aéreas é sempre polêmica e sujeita a enfoques nacionais que possam introduzir alternativas sobre fenômenos típicos de cada região. Isto implica um esforço de procura de medições e modelagens próprias por parte da engenharia nacional, tal como vem se verificando no Brasil. De uma forma geral, a norma brasileira que rege o assunto em muito se serve da experiência continental adquirida ao longo de décadas e também do acervo publicado em normas internacionais (IEC, por exemplo).

Essa simbiose produz naturalmente alguns elementos que podem gerar certa dualidade conceitual no que trata do conhecimento estatístico que embasa o estudo, no seu todo, e nas aplicações dos seus resultados. Em poucas palavras, as análises de velocidades de vento de elevada intensidade no Brasil vêm sistematicamente revelando uma falta de aderência entre os valores locais e os divulgados como básicos para adoção internacional.

Com base nos elementos já colocados, o CEPEL e a BATÁVIA apresentaram um artigo técnico no XVII SNPTEE (Uberlândia) [6], no sentido de alertar que as velocidades de vento de elevada intensidade, e características próprias do território brasileiro, implicam uma necessidade de repensar (ou mesmo majorar) os resultados preconizados pela IEC, quando se segue sem alterações, os atuais cálculos de cargas mecânicas devidas ao vento. Posteriormente, o mesmo assunto foi aprofundado e apresentado na bienal do CIGRÉ - Paris de 2006. É bastante realístico admitir que dados locais analisados segundo a ótica de qualquer procedimento estatístico, não raro, conduzem a valores numéricos ou a decisões práticas que diferem do que é publicado para uso generalizado, nos casos em que não se dispõe de coleta específica de dados. Esse polêmico e estimulante assunto pode ser avaliado nos seus detalhes de forma e de mérito em [7].

De forma resumida, os estudos supracitados concluíram pela necessidade de majorar as velocidades médias de 10 minutos em 8% (região sul), 12% (regiões centro-oeste e sudeste) e 16% (regiões norte e nordeste), para fazer face à maior turbulência constatada nas velocidades de vento registradas no Brasil. Com a aludida correção, a metodologia da Norma IEC 60826 pode ser usada com maior segurança. Esse estudo já incorpora tal modificação paramétrica.

Anexo VI Regionalização dos CVs das séries históricas

Critérios de regionalização dos coeficientes de variação

A regionalização dos coeficientes de variação das séries de máximos anuais de velocidades de vento tem sido recomendada e utilizada como forma de compensar o fato de que as séries de valores disponíveis em cada estação têm variações entre limites afastados (4-5 anos até 20-25 anos) e têm, em conseqüência, precisão diferenciada. Os procedimentos de regionalização são, no entanto, muito variados e subjetivos, dependendo dos critérios mais afeitos ou preferidos, por parte de quem realiza essas determinações. Médias lineares, ou ponderadas pelos tempos de coleta, médias móveis, extremos de distribuições são algumas das possibilidades, aqui citadas para exemplificar.

AVI.1 Para as séries de 10 minutos

Para fins de regionalização dos valores dos coeficientes de variação das séries de velocidades máximas anuais, referidas ao tempo de média de 10 minutos, hajam vista as inúmeras tentativas isoladas feitas aqui no Brasil, levam às seguintes conclusões que se encontram ora em prática:

- 1 O valor mínimo genérico será de 13% (CV = 13%), válido para qualquer estação coletora.*
- 2 As estações que eventualmente apresentem valores superiores a 13% e inferiores a 16%, no estágio de medição em que se encontram, quanto aos períodos de coleta, serão consideradas como típicas de 16% (CV=16%). Este mesmo valor será adotado nas estações do DEPV, face às conhecidas incertezas tanto no que se refere aos valores médios das séries como quanto aos respectivos desvios-padrão.*

- 3 *As estações que eventualmente apresentem valores superiores a 16%, no estágio de medição em que se encontrem, quanto aos períodos de coleta, serão consideradas como típicas de 19% (CV = 19%).*

AVI.2 Para as séries de 3 segundos

Quanto aos valores da regionalização paramétrica das séries de 3 s, as seguintes ponderações são aplicáveis:

- a) *Para se proceder a uma regionalização paramétrica das séries de 3 s, pode-se fazer uso dos conceitos de uma análise exploratória de dados envolvendo as duas séries em questão: as de 10 minutos e as de 3 segundos, esta última também dita de valores instantâneos.*

Assim é que há uma relação média entre os valores médios de 3 segundos e os de 10 minutos, ~1,70 para as regiões NORTE e NORDESTE, e ~1,60 para as regiões SUDESTE, CENTRO-OESTE e SUL, valores esses obtidos por média ponderada pelos anos de coleta.

- b) *Além disso, verifica-se para as regiões NORTE e NORDESTE que o coeficiente de variação médio ponderado das séries de 3 s é ligeiramente inferior ao médio atualmente praticado no Brasil (12% contra 16%). Nas demais regiões, constata-se que o CV médio ponderado para 3 s é muito próximo ao que se pratica com as séries de 10 minutos (16,5% contra 16,0%). Portanto, os coeficientes de variação das séries de 3 s serão mantidos os mesmos ora praticados no Brasil, como medida conservadora.*

AVI.3 Para as séries de 30 segundos

Para as séries de 30 segundos, os fatores de rajada são os obtidos por interpolação entre os de 3 s e de 10 minutos, ou seja, 1,35 para as regiões NORTE e NORDESTE e 1,30 para as regiões SUDESTE, CENTRO-OESTE e SUL, respectivamente.

As regiões NORTE e NORDESTE devem ser entendidas como a parte do território brasileiro situada até o paralelo 15° sul; as regiões SUDESTE e CENTRO-OESTE se estendem de mais de 15° sul até 23° sul (próximo ao trópico do Capricórnio) e a região SUL segue daí até o limite extremo do Rio Grande do Sul.

Anexo VII Mitigação da Ação dos Ventos sobre LTs Aéreas

AVII.1 O desempenho esperado das LTs aéreas

De uma forma geral e até intuitiva, os projetistas de LTs e a sociedade esperam que as LTs cumpram permanente e indefinidamente o seu relevante papel de transportar a energia elétrica gerada em distantes sítios até os grandes ou pequenos centros de consumo. Essa qualificação na qualidade de suprimento eletro-energético está intimamente ligada a exigências mais atuais que estabelecem patamares econômicos (suprimento por expandidos períodos de tempo - décadas), e ainda patamares de conforto e de segurança (serviço contínuo). Conforto e segurança são sempre sinônimos de: lazer, produtividade, PIB, iluminação, alegria, atividades culturais, prazer, e os demais.

Deixando os patamares econômicos por conta dos variados cotejamentos e das decisões mercantilistas e mercadológicas - sem dúvida necessárias - as exigências de conforto/segurança vêm se avolumando, particularmente aquelas relacionadas à segurança (seja pessoal, seja de bens materiais). As causas correriam por conta dos sociólogos e das autoridades, fugindo, portanto, do objetivo aqui traçado. Já as consequências urgem que os projetos das LTs sejam os melhores possíveis. "Otimizados" é o jargão do cotidiano no segmento cognitivo referente a projetos de LTs aéreas. Portanto, assumindo a evidente importância estratégica das LTs na sociedade, há ainda um reclamo, que até pode ser avaliado como sendo secundário - a inserção da LT no seu meio ambiente deve ser feita com harmonia e sensibilidade. Traduzindo em miúdos - as LTs devem ser também "atraentes ao olhar - bonitas". Sem dúvida, sempre que possível e ambientalmente correto, correndo o assunto por conta dos paisagistas e dos estetas. Ao final das contas, a beleza está nos olhos de quem contempla.

AVII.2 E quando um revés inesperado acontecer?

No caso em pauta, o inesperado pode ser representado por desligamentos intempestivos e por colapsos estruturais altamente indesejáveis das LTs. Tais eventos ocorrem com relativamente alta frequência, espalhados pelos 8.500.000 km² do território brasileiro... e em todos os outros países, igualmente, desigualmente. Qualquer que seja o evento de falha, destaca-se o do colapso estrutural, ou queda de torre, quando os custos de reposição dos elementos perdidos, da mão de obra necessária para reparar os danos, lucro

cessante da empresa responsável... tudo isso sem mencionar os desproporcionais óbices ao conforto e ao mínimo pelo que o consumidor pode clamar, e ainda a perda da credibilidade na qualidade de suprimento. Ações enérgicas se impõem, sempre! Nesse aspecto, é notável o esforço desenvolvido com o objetivo de melhor conhecer o fenômeno - ou fenômenos, de tal sorte a se poder classificá-los e modelá-los - sistemas frontais, tempestades, esses se prestando a abordagens estatísticas, e outros - todos os outros - que, na ausência de medições sistemáticas, requerem enfoques determinísticos.

Mesmo nessa sujeição aos reveses da ação destrutiva do vento, pode-se afirmar que, ainda assim, o Brasil se encontra em situação privilegiada, pois, considerados os 4 elementos - água, terra, fogo e ar - somente este último constitui-se em ameaça a ser modelada pela engenharia de sistemas elétricos aéreos. Terremotos, vulcões e "tsunamis" podem ser descartados, e os incêndios geralmente são criminosos (queima em canaviais, por exemplo) e, portanto, não serão, aqui, objeto de considerações.

Tem-se boas notícias de que os casos de quedas estruturais já são foco de investigações do nexa causal, de modo a estabelecer os parâmetros corretos para o projeto da torre substituta. Há também indícios de que uma uniformização nos protocolos de reparo venha a ser materializada, de modo a formar um banco de dados homogêneo e propiciar ações mais simples e pré-concebidas. Todos esses esforços são dignos de mérito e de menção especial. Quanto à matéria, vale ainda sugerir que torres de reposição, que certamente já terão um reforço estrutural projetado, sejam equipadas com um sistema de monitoração tal como: anemômetro sônico, painel solar, bateria e os acessórios para gravação e transmissão dos dados. Os locais onde ocorrem danos desse tipo são, necessariamente, potenciais sítios de ventos elevados e as coletas decorrentes enriqueceriam o banco de dados nacional, além de promoverem um permanente mapeamento atualizado das ocorrências danosas. Evidentemente, a sugestão pode ser aprimorada ou simplificada segundo regramentos técnico-econômicos.

E ainda, uma palavra sobre "tornados". Esse tipo de manifestação vem sendo cogitado cada vez mais frequentemente, na medida em que a realidade brasileira os inclui, mas nem tanto como na Flórida, para citar um exemplo muito bem conhecido. De toda e qualquer forma, eles podem ser ou ter sido causadores de variados acidentes em LTs, nos quais os danos certamente foram relevantes e preocupantes. Os tornados são objeto direto da classificação que o

professor Dr. Fugita (Escala Fugita, Universidade de Chicago) produziu e que se baseia no estrago que causam e não pelas suas dimensões físicas. Das cinco categorias (de F1 a F5) que o professor estabelece, logo a primeira pode ser evocada como simples exemplo:

Tornado F1: Velocidades de vento entre 117 e 180 km/h. Até mesmo estes tornados podem levantar telhas e mover carros em movimento para fora da estrada. Trailers podem ser tombados e barracos podem desmoronar.

Portanto, somente considerando "velocidades" dos mais fracos dos tornados, tais manifestações eólicas são capazes de se confrontar com os atuais parâmetros de qualquer projeto de LT. Como são turbilhonares e com altíssimos índices de turbulência, ensaios mecânicos estáticos não serão capazes de certificar estruturas a eles submetidos.

AVII.3 As formas de aprimoramento contínuo

O estudo aprofundado das células convectivas propriamente ditas já foi mencionado como item prevalente nessas ações de otimização de desempenho mecânico. Todavia, é necessário que se deem outros passos. Por exemplo: ao final das contas, não é a velocidade de um vento qualquer que causa danos variados. Mais precisamente analisando, são as forças resultantes da ação do vento sobre obstáculos que causam os eventos nocivos de quedas. Fato é que não há novidade nenhuma nessa assertiva - sabe-se bem - mas o polo aqui é o de enfatizar com clareza a importância do governante papel que as Normas Técnicas desempenham na preservação da integridade física dos suportes e demais componentes dos sistemas aéreos. Servem, portanto, de interface decisiva entre as velocidades do vento e as forças de deformação nos componentes aéreos.

Dentre três conhecidas Normas Internacionais, IEC 60826, EN 50341 e ASCE - Manual 74, há diferenças perceptíveis nas suas abordagens - ou modelos analíticos - e nos seus resultados. As duas primeiras baseiam-se em leituras ao longo de 10 minutos e adotam "fatores de rajadas" (> 1.0 pu), enquanto que a ASCE se fundamenta em leituras de 3 segundos, adotando "fatores de resposta a rajadas" (< 1.0 pu).

Tradicionalmente, a normalização brasileira vem se orientando muito mais nas Normas IEC do que em qualquer outra direção. No entanto, pode ser produtivo

que as demais vertentes normativas não sejam descartadas, de forma a permitir uma análise de sensibilidade nas respostas dessas Normas (e de outras julgadas como promissoras) nas determinações das pressões (ou forças) exercidas pelo vento sobre os componentes de uma LT. Essa sugerida abertura de escopo pode permitir, tempestivamente, que a revisão da NBR-5422, ora em curso, se pautem nas mais modernas e adequadas soluções visando a otimização do binômio "meio-ambiente x LTs aéreas" do ponto de vista técnico-econômico.

AVII.4 A distribuição de GUMBEL como alternativa isolada

Quando do projeto pioneiro de Itaipu, o MRI (Metheorological Research Inc.) introduziu os elementos básicos para a estatística de máximos anuais da distribuição de Gumbel. A abordagem conquistou o segmento pelos seus variados méritos e tornou-se uma unanimidade nacional para fazer inferências estatísticas quanto às velocidades do vento para fins de projeto de LTs. Vale lembrar, no entanto, que a estatística de séries de máximos anuais teve a sua gênese para avaliações de cheias prospectivas, quando a quantidade de elementos (5 - 10 décadas) permite inferências mais plausíveis, particularmente quando o período de retorno se afasta muito do período de coleta.

Fácil de se explicar o fato, já que a facilidade de se medir a vazão de um rio (régua na margem) é incomparavelmente mais simples do que se medir a velocidade do vento. As séries eólicas são geralmente mais curtas (1-2 décadas, ou bem menores). Mesmo que o método de ajuste dos mínimos quadrados permita uma correção que penaliza séries mais curtas de ventos (veja os fatores C_1 e C_2 , da IEC 60826, por exemplo), tal correção é matemática e não impede que os intervalos de confiança das avaliações (para 250 anos, por exemplo) sejam substancialmente dilatados (cerca de ± 20 a 30 km/h).

Um evento a ser destacado: Na passagem 1999-2000, todo o território francês e parte do alemão foram assolados por fortíssimos ventos que destruíram enorme parte do sistema aéreo francês e substantiva parte do alemão, nas proximidades da Floresta Negra. Na época, a rede de coleta eólica francesa já era 30 vezes mais densa do que a brasileira. Os custos de reposição e aprumo foram avassaladores, sem menção aos problemas diretamente ligados à ausência/acionamento de energia elétrica.

Como consequência, nos anos subsequentes ocorreram variados foros internacionais onde inúmeros trabalhos em que a modelagem da atividade eólica intensa se valia, não mais de um máximo anual, mas, sim, de todos os

valores superiores a um patamar pré-estabelecido. Tudo isso, para expor que as abordagens de forças naturais com tamanho potencial, deve ser objeto de contínuos aprimoramentos. Descarta também qualquer veleidade de que o elemento "ar" seja matemática e permanentemente modelado e subjogado.

AVII.5 Ventos determinísticos - quais são?

São aqueles que não possuem medições sistemáticas, seja porque destroem tanto que incluem a estação de medição, seja porque têm atuação territorialmente reduzida, escapando da rede nacional, seja por outra motivação qualquer. As suas respectivas velocidades são geralmente estimadas pelos danos locais que causam, ou por inferências indiretas através de imagens de satélites, ... outros.

Diz-se que são responsáveis pela maioria dos grandes desastres eólicos, quedas de torres, grande destruição, órbitos majoritários, etc. Não se sabe ao certo. Muita pesquisa deve anteceder afirmações mais sólidas. Enquanto isso vai avançando, uma forma nítida de abordá-los é a de fazer avaliações conservadoras dos ventos estatísticos e, caso necessário, ainda incluir fatores de segurança locais.

Justifica-se a singeleza e despretensão desse item - esse assunto ainda exige avaliações e decisões colegiadas com relação às hipóteses de carregamento necessárias, para que haja um máximo de benefícios ao setor interessado.

| | | | | | |
|-------------|-------------|------------------------|--------------|---------------|---------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 0 | 25/06/19 | Aprovado | CEH | MSR | JNMM |
| 0A | 09/04/19 | Emissão Inicial | MSR | JNMM | JNMM |
| <i>Rev.</i> | <i>Data</i> | <i>Descrição</i> | <i>Elab.</i> | <i>Verif.</i> | <i>Aprov.</i> |

EKTT 11
 Serviços de Transmissão de
 Energia Elétrica SPE S.A.




Nome da Obra
LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS) E SECCIONAMENTOS DA LT 525 kV CURITIBA – BLUMENAU PARA A SE JOINVILLE SUL (CD), LT 525 kV CURITIBA LESTE – BLUMENAU PARA A SE JOINVILLE SUL (CD), LT 525 kV CURITIBA – BLUMENAU PARA A SE GASPAR 2 (CD), LT 525 kV BLUMENAU – BIGUAÇU PARA A SE GASPAR 2 (CD)

Título do Documento:
PROJETO BÁSICO – LOTE 1- LEILÃO ANEEL n° 04/2018 LINHAS DE TRANSMISSÃO

PROGRAMA DE ENSAIOS DE CARREGAMENTO

| | | |
|--------------------|--------------------|----------|
| <i>Elaborado</i> | MSR | 09/04/19 |
| <i>Verificado</i> | JNMM | 09/04/19 |
| <i>Aprovado</i> | JNMM | 09/04/19 |
| <i>Responsável</i> | CFS | 09/04/19 |
| <i>CREA Nº</i> | 200011958-9 | |

| | | | |
|----------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| <i>Classe.Proj.</i> | Elétrica | <i>Situação. Projeto Básico</i> | |
| | | <i>Rev.</i> 0 | <i>Folha</i> 1/8 |
| <i>Nº Documento:</i> | LT-L-GERAL-RP-A4-1011-B | | |

| | | |
|---|-------------------------------------|---|
| 1 | OBJETIVO | 3 |
| 2 | RESPONSABILIDADE | 3 |
| 3 | PROGRAMA DE ENSAIOS..... | 4 |
| 4 | PROCEDIMENTOS PARA OS ENSAIOS | 6 |
| 5 | RELATÓRIO FINAL DOS ENSAIOS | 7 |
| 6 | REFERÊNCIAS..... | 8 |

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS) E SECCIONAMENTOS DA LT 525 kV CURITIBA – BLUMENAU PARA A SE JOINVILLE SUL (CD), LT 525 kV CURITIBA LESTE – BLUMENAU PARA A SE JOINVILLE SUL (CD), LT 525 kV CURITIBA – BLUMENAU PARA A SE GASPAR 2 (CD), LT 525 kV BLUMENAU – BIGUAÇU PARA A SE GASPAR 2 (CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1011-B |
| PROGRAMA DE ENSAIOS DE CARREGAMENTO | Rev. 0 Folha 2 de 8 |

1 OBJETIVO

Definir os requisitos técnicos a serem seguidos na programação e execução dos ensaios de carregamento dos protótipos das estruturas com projeto novo a serem utilizadas nas as linhas de transmissão 525 kV, circuito simples e circuito duplo pertencentes ao lote 01 do edital de leilão de Nº 04/2018 da ANEEL. As linhas de transmissão 525kV integrantes do Lote 01 são:

- a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul (CS) com 292 km e trechos em (CD) com 4 km em (CD);
- b) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 (CS) com 82 km com 4 km em (CD);
- c) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu (CS) com 63 km com 4 km em (CD);
- d) Seccionamento da LT 525 kV Curitiba – Blumenau para a SE Joinville Sul (CD) com 39 km;
- e) Seccionamento da LT 525 kV Curitiba Leste – Blumenau para a SE Joinville Sul (CD) com 43 km;
- f) Seccionamento da LT 525 kV Curitiba – Blumenau para a SE Gaspar 2 (CD) com 23 km;
- g) Seccionamento da LT 525 kV Blumenau – Biguaçu para a SE Gaspar 2 (CD) com 7 km

2 RESPONSABILIDADE

O Fornecedor das estruturas será responsável pelo cálculo, detalhamento, pré-montagem, fabricação e ensaios das torres que compõem as séries a serem utilizadas nas LTs (2).

O Fornecedor será também responsável pela preparação dos Programas de Ensaios de Cargas dos Protótipos e dos Relatórios Finais dos referidos ensaios.

As estruturas que compõem as séries selecionadas, suas silhuetas e correspondentes hipóteses de carregamento constam da referência (2), parte integrante deste projeto básico.

Caberá ao projetista das LTs ou à transmissora ou ao seu preposto verificar e aprovar o cálculo e detalhamento das estruturas, os Programas dos Ensaios e seus Relatórios Finais, assim como presenciar a realização dos ensaios. A verificação da documentação técnica preparada pelo Fornecedor das estruturas deverá incluir a conformidade com os dados técnicos da referência (2) e os requisitos aplicáveis deste documento.

Todo o programa de ensaios deverá ser realizado após o cálculo do reforço necessário para adaptação das estruturas conforme os novos esforços solicitantes.

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS) E SECCIONAMENTOS DA LT 525 kV CURITIBA – BLUMENAU PARA A SE JOINVILLE SUL (CD), LT 525 kV CURITIBA LESTE – BLUMENAU PARA A SE JOINVILLE SUL (CD), LT 525 kV CURITIBA – BLUMENAU PARA A SE GASPAR 2 (CD), LT 525 kV BLUMENAU – BIGUAÇU PARA A SE GASPAR 2 (CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1011-B |
| PROGRAMA DE ENSAIOS DE CARREGAMENTO | Rev. 0 Folha 3 de 8 |

3 PROGRAMA DE ENSAIOS

Para cada uma das estruturas a serem ensaiadas o Fornecedor deverá apresentar o respectivo Programa do Ensaio de Carga do Protótipo (1).

O Programa do Ensaio deverá constar de desenhos e tabelas contendo, no mínimo, as seguintes informações:

▪ **Estrutura a ser ensaiada**

A estrutura deverá ser montada na combinação de extensões que conduzam à torre de maior altura.

▪ **Hipóteses de carregamento a serem ensaiadas**

Deverão ser ensaiadas todas as hipóteses que dimensionem barras e ligações da estrutura sendo testada com exceção das hipóteses que tenham sido dispensadas pelo responsável pela aprovação das estruturas.

A hipótese que governe o dimensionamento do maior número de elementos deverá ser a última a ser ensaiada.

▪ **Tabelas das cargas a serem aplicadas para cada estágio de carregamento**

De modo a facilitar o acompanhamento dos ensaios o Programa deverá conter tabelas com os valores das cargas a serem aplicadas, para cada hipótese e para cada estágio de carregamento, conforme definido no item a seguir.

As tabelas deverão incluir as cargas de vento atuando na estrutura, quando aplicável.

▪ **Pontos de aplicação das cargas**

Deverá ser fornecido desenho de conjunto do protótipo a ser ensaiado mostrando os pontos de aplicação de todas as cargas, inclusive das parcelas devidas ao vento atuando nos diversos painéis em que a estrutura tenha sido subdividida.

▪ **Estruturas auxiliares e dispositivos para aplicação das cargas**

Deverão ser fornecidos desenhos das estruturas auxiliares para aplicação das cargas e dos dispositivos utilizados para transmitir as cargas à estrutura a ser ensaiada.

▪ **Dispositivos de medição das cargas e respectivo posicionamento**

Deverão ser informados os dispositivos a serem utilizados para medição das cargas (load-cells) e seu respectivo posicionamento. Os dispositivos para medição das cargas deverão ser posicionados logo antes do ponto de aplicação das cargas à torre.

▪ **Dispositivos de medição dos deslocamentos e respectivo posicionamento**

Deverão ser indicados os pontos onde serão medidos os deslocamentos da estrutura

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS) E SECCIONAMENTOS DA LT 525 kV CURITIBA – BLUMENAU PARA A SE JOINVILLE SUL (CD), LT 525 kV CURITIBA LESTE – BLUMENAU PARA A SE JOINVILLE SUL (CD), LT 525 kV CURITIBA – BLUMENAU PARA A SE GASPAR 2 (CD), LT 525 kV BLUMENAU – BIGUAÇU PARA A SE GASPAR 2 (CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1011-B |
| PROGRAMA DE ENSAIOS DE CARREGAMENTO | Rev. 0 Folha 4 de 8 |

e os dispositivos utilizados para efetuar tais medições.

Deverão ser medidos obrigatoriamente deslocamentos no sentido transversal e longitudinal.

▪ **Detalhes da ancoragem da estrutura à base rígida da estação de ensaios**

Deverá ser fornecido detalhe da fixação da estrutura sendo ensaiada à base rígida da estação de ensaios. A fixação deverá reproduzir exatamente o detalhe de conexão da estrutura às fundações a serem utilizadas.

▪ **Arranjo geral da estação de ensaios**

Deverão ser fornecidos desenhos de conjunto da estação de testes apresentando, de forma clara e precisa, a localização das estruturas auxiliares, da base rígida sobre a qual será montada a estrutura a ser ensaiada.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS) E SECCIONAMENTOS DA LT 525 kV CURITIBA – BLUMENAU PARA A SE JOINVILLE SUL (CD), LT 525 kV CURITIBA LESTE – BLUMENAU PARA A SE JOINVILLE SUL (CD), LT 525 kV CURITIBA – BLUMENAU PARA A SE GASPAR 2 (CD), LT 525 kV BLUMENAU – BIGUAÇU PARA A SE GASPAR 2 (CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1011-B |
| PROGRAMA DE ENSAIOS DE CARREGAMENTO | Rev. 0 Folha 5 de 8 |

4 PROCEDIMENTOS PARA OS ENSAIOS

Os Ensaio de Carga deverão ser executados em protótipo fabricado por processos idênticos aos que serão utilizados na fabricação dos materiais a serem fornecidos e deverão ter sido concluídos com sucesso antes do início da fabricação.

Cada estrutura deverá ser submetida a 50%, 75%, 90%, 95% e 100% das cargas correspondentes às hipóteses de carregamento sendo testadas.

As cargas devidas aos cabos deverão ser aplicadas nos pontos através dos mesmos elementos de fixação à estrutura das cadeias dos condutores e dos cabos para-raios (manilhas, cavalotes, mancais, parafusos “U” etc.).

Tanto as cargas devidas à atuação do vento sobre a torre como as decorrentes dos carregamentos relativos aos cabos condutores e para-raios deverão ser aplicadas de maneira gradativa de modo a evitar impactos sobre a estrutura.

Para a etapa correspondente a 100% do carregamento as cargas deverão ser mantidas por um período não inferior a cinco minutos. Para 50%, 75%, 90% e 95% do carregamento as cargas poderão ser mantidas por um minuto ou pelo período necessário para leitura das cargas e deslocamentos.

Todas as cargas deverão ser aplicadas através de sistemas de medição e tração que minimizem o atrito nas roldanas.

Os deslocamentos da estrutura deverão ser medidos após aplicação de cada incremento de carga e depois do correspondente descarregamento.

Após o ensaio de carregamento a estrutura será considerada aprovada se nenhum de seus membros, acessórios e parafusos apresentar deformação permanente. Caso contrário os membros, acessórios e parafusos que apresentarem evidências de deformação permanente deverão ser reprojatados, substituídos e o teste repetido.

Após a estrutura ser considerada aprovada e imediatamente após ser desmontada todos seus membros, acessórios e parafusos deverão ser examinados. Caso seja constatada a existência de peças com evidências de deformação permanente as mesmas deverão ser reprojatadas. A máxima deformação permitida para os furos será de 1,6 mm (1/16”) em seu diâmetro.

Após a conclusão com sucesso dos ensaios deverão ser selecionadas oito barras da estrutura ensaiada, para cada tipo de aço utilizado, com esbeltez efetiva (kL/r) inferior a Cc ou submetidas a tração, conforme definido na norma ASCE 10-97. Corpos de prova de cada uma dessas barras serão submetidos a testes mecânicos para análise de suas tensões de escoamento e ruptura.

O material da torre submetida aos ensaios será considerado representativo de todo o fornecimento se a média das tensões de escoamento dos corpos de prova das barras, selecionadas conforme item 4.10 anterior, for menor do que os seguintes valores:

| | |
|-----------------------|---------------------------|
| Aço ASTM-A36 | 3.200 daN/cm ² |
| Aço ASTM-A572 Grau 50 | 4.100 daN/cm ² |

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS) E SECCIONAMENTOS DA LT 525 kV CURITIBA – BLUMENAU PARA A SE JOINVILLE SUL (CD), LT 525 kV CURITIBA LESTE – BLUMENAU PARA A SE JOINVILLE SUL (CD), LT 525 kV CURITIBA – BLUMENAU PARA A SE GASPAS 2 (CD), LT 525 kV BLUMENAU – BIGUAÇU PARA A SE GASPAS 2 (CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1011-B |
| PROGRAMA DE ENSAIOS DE CARREGAMENTO | Rev. 0 Folha 6 de 8 |

Aço ASTM-A572 Grau 60

4.900 daN/cm²

Se a média das tensões de escoamento dos corpos de prova for maior do que os valores especificados no item anterior deverá ser mantido um rígido controle dos aços utilizados na fabricação de modo a garantir que os materiais usados no fornecimento tenham tensões de escoamento compatíveis com a qualidade dos materiais da estrutura ensaiada.

Por ocasião dos ensaios dos corpos de prova também serão realizados ensaios mecânicos dos parafusos e dos acessórios para fixação das cadeias dos condutores e para-raios (mancais, manilhas, etc.).

Os ensaios mecânicos dos parafusos e acessórios deverão incluir ensaios de tração (parafusos e acessórios) e de cisalhamento (parafusos).

Os ensaios mecânicos dos acessórios (mancais, manilhas, etc.) deverão prever carregamentos que reproduzam as cargas transversais, verticais e longitudinais aplicadas à estrutura.

5 RELATÓRIO FINAL DOS ENSAIOS

Para cada tipo de estrutura ensaiada com sucesso o Fornecedor deverá preparar o Relatório Final dos Ensaios.

O Relatório Final deverá ter como base o Programa dos Ensaios definido no capítulo 3 anterior e ser complementado de modo a incluir, no mínimo, as seguintes informações:



- Identificação do Fornecedor, local e data dos ensaios, nome dos profissionais presentes e empresas que representam;
- Arranjo geral dos ensaios;
- Certificados de aferição de todos os instrumentos de medição utilizados nos ensaios de carga da estrutura.
- Valores das cargas aplicadas à estrutura;
- Leitura dos deslocamentos da estrutura para cada incremento de carga;
- Fotografias da estrutura ensaiada para o incremento final de carregamento, para as principais hipóteses de carga;
- Fotografias de todos os membros e conexões que tenham sofrido falhas durante os ensaios;
- Certificados de laboratório de todos os corpos de prova, parafusos e acessórios ensaiados mecanicamente após os ensaios da estrutura;
- Relação dos documentos técnicos aplicáveis ao cálculo e detalhamento da estrutura ensaiada indicando, para cada documento, número, título e última revisão aprovada.

| | |
|---|-------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS) E SECCIONAMENTOS DA LT 525 kV CURITIBA – BLUMENAU PARA A SE JOINVILLE SUL (CD), LT 525 kV CURITIBA LESTE – BLUMENAU PARA A SE JOINVILLE SUL (CD), LT 525 kV CURITIBA – BLUMENAU PARA A SE GASPAR 2 (CD), LT 525 kV BLUMENAU – BIGUAÇU PARA A SE GASPAR 2 (CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1011-B |
| PROGRAMA DE ENSAIOS DE CARREGAMENTO | Rev. 0 Folha 7 de 8 |

6 REFERÊNCIAS

- 1 NBR 8842 - Suportes metálicos treliçados para linhas de transmissão – resistência ao carregamento - método de ensaio.
- 2 Projeto Básico, SÉRIES DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO, LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B.

| | |
|--|--------------------------------|
| LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2(CS), LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS) E SECCIONAMENTOS DA LT 525 kV CURITIBA – BLUMENAU PARA A SE JOINVILLE SUL (CD), LT 525 kV CURITIBA LESTE – BLUMENAU PARA A SE JOINVILLE SUL (CD), LT 525 kV CURITIBA – BLUMENAU PARA A SE GASPAR 2 (CD), LT 525 kV BLUMENAU – BIGUAÇU PARA A SE GASPAR 2 (CD) | LT-L-GERAL-RP-A4-1011-B |
| PROGRAMA DE ENSAIOS DE CARREGAMENTO | Rev. 0 Folha 8 de 8 |

| | | | | | |
|--|--------------------|------------------------|--|---------------------------------|---------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 0 | 09/05/19 | Aprovado | ISC | CFC | CFC |
| 0A | 12/04/19 | Emissão Inicial | ISC | CFC | CFC |
| <i>Rev.</i> | <i>Data</i> | <i>Descrição</i> | <i>Elab.</i> | <i>Verif.</i> | <i>Aprov.</i> |
| <p>EKTT 11 Serviços de Transmissão de Energia Elétrica SPE S.A.</p>  | | | <p><i>Nome da Obra</i></p> <p>LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> <p><i>Título do Documento:</i></p> <p>PROJETO BÁSICO – LOTE 1 - LEILÃO ANEEL nº 04/2018 LINHAS DE TRANSMISSÃO</p> <p>FUNDAÇÕES TÍPICAS</p> | | |
|  | | | | | |
| <i>Elaborado</i> | ISC | 12/04/19 | <i>Classe.Proj.</i> | <i>Situação. Projeto Básico</i> | |
| <i>Verificado</i> | CFC | 12/04/19 | | Civil | <i>Rev.</i> |
| <i>Aprovado</i> | CFC | 12/04/19 | | <i>Folha</i> | 1/19 |
| <i>Responsável</i> | CFC | 12/04/19 | <i>Nº Documento:</i> | LT-L-GERAL-RP-A4-1013-B | |
| <i>CREA Nº</i> | 200130170-7 | | | | |

| | | |
|---|---|---|
| 1 | OBJETIVO | 3 |
| 2 | TIPIFICAÇÃO DOS SOLOS E FUNDAÇÕES | 3 |
| 3 | CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DAS FUNDAÇÕES..... | 4 |
| 4 | SÉRIE DE ESTRUTURAS | 6 |
| 5 | REFERÊNCIAS..... | 7 |
| 6 | FIGURAS..... | 8 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1013-B |
| FUNDAÇÕES TÍPICAS | Rev. 0 |
| | Folha 2 de 19 |

1 OBJETIVO

Definir as características construtivas das fundações típicas a serem utilizadas em solos normais no projeto das LTs 525 kV integrantes do Lote 01 do Edital de Leilão nº04/2018 da ANEEL. As linhas de transmissão 525 kV integrantes do Lote 01 são:

- LT 525 kV Areia – Joinville Sul (CS) com 292 km⁽¹⁾;
- LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 (CS) com 82 km⁽²⁾;
- LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu (CS) com 63 km⁽²⁾;

⁽¹⁾ A linha de transmissão LT 525 kV Areia – Joinville Sul será construída com trecho em torres de circuito duplo, por 4 km, a partir da subestação Joinville Sul, com lançamento de apenas um circuito. O segundo circuito desse trecho, em circuito duplo, será implantado futuramente.

⁽²⁾ As linhas de transmissão LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 e LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu serão construídas com trechos em torres de circuito duplo, cada uma, por 4 km, a partir da subestação Itajaí 2, com lançamento de apenas um circuito cada. Os segundos circuitos desses trechos, em circuito duplo, serão implantados futuramente.

2 TIPIFICAÇÃO DOS SOLOS E FUNDAÇÕES

2.1 FUNDAÇÕES PARA SOLOS NORMAIS

Consideram-se como normais os solos argilosos, arenosos, siltosos ou mistos (argilo-siltosos, areno-argilosos, etc.) com ou sem presença de água e rocha abaixo do nível da base da escavação das fundações.

Para esses solos é prevista como alternativa preferencial a instalação de fundações típicas em tubulões de concreto armado, verticais, com ou sem base alargada.

Para solos em que a alternativa em tubulões se mostrar inadequada é prevista a instalação de fundações em sapatas de concreto.

Para rocha sã ou pouco fraturada é prevista a instalação de tubulões curtos ou blocos em concreto armado ancorados na rocha. Nos locais em que seja possível escavar a rocha poderá ser utilizado como alternativa fundação em tubulão curto em concreto armado engastado diretamente na rocha.

| | |
|--|-------------------------|
| LT 500 KV MIRACEMA – GILBUÉS II C3 (CS) LT 500 KV GILBUÉS II – BARREIRAS II C2 (CS) | LT-L-GERAL-RP-A4-1013-B |
| FUNDAÇÕES TÍPICAS | Rev. 0 |
| | Folha 3 de 19 |

2.2 FUNDAÇÕES PARA SOLOS ESPECIAIS

Nos solos muito fracos, com ou sem presença d'água a baixa profundidade, é prevista a instalação de estacas metálicas ou de concreto armado coroadas por blocos de concreto armado independentes ou interligados por vigas horizontais.

O detalhamento dessas fundações será desenvolvido na fase do projeto executivo quando forem conhecidas as características do solo dos locais onde serão instaladas as estruturas e selecionados os métodos construtivos mais adequados às condições locais.

2.3 PARÂMETROS BÁSICOS DOS SOLOS

As características dos solos a serem efetivamente utilizadas no projeto das fundações típicas serão selecionadas com base nos resultados da Campanha de Investigação de Solos descrita no capítulo 2 anterior.

Para o presente relatório, o qual visa apenas definir dimensões aproximadas para as fundações típicas, foram adotadas as características geotécnicas indicadas a seguir, as quais são representativas (2) dos solos descritos nos itens 3.1 e 3.2 anteriores.

Tabela 1 – Características geotécnicas adotadas

| Característica | Solo Normal | Com água | Rocha |
|-------------------------------------|--------------------|-----------------|--------------|
| Coesão (kg/cm ²) | 0 a 0,4 | 0,1 | |
| Ângulo de atrito | 10° a 35° | 10° | 35° a 45° |
| Peso específico (t/m ³) | 1,2 a 1,7 | 1,0 | 2,0 a 2,8 |
| Compressão (kg/cm ²) | 1,0 a 3,5 | 0,8 | 5,0 a 15,0 |
| Nº golpes, SPT em areia | ≤ 20 | ≤ 5 | |
| Nº golpes, SPT em argila | ≤ 17 | ≤ 4 | |

3 CRITÉRIOS PARA DIMENSIONAMENTO DAS FUNDAÇÕES

3.1 CARGAS ATUANDO NAS FUNDAÇÕES

As cargas atuando nas fundações serão as indicadas nas memórias de cálculo das torres que compõem a série a ser utilizada (6). Tais cargas já incluem todos os fatores de segurança adotados no projeto estrutural das torres.

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1013-B |
| FUNDAÇÕES TÍPICAS | Rev. 0 |
| | Folha 4 de 19 |

As cargas máximas de tração, compressão e horizontais associados (transversais e longitudinais), consideradas nas suas combinações mais desfavoráveis, serão multiplicadas por um fator de sobrecarga adicional de 1,10.

As novas cargas assim obtidas serão utilizadas para dimensionamento das fundações e cálculo das estruturas de concreto armado.

3.2 DIMENSIONAMENTO DAS FUNDAÇÕES

O dimensionamento à tração (arrancamento) usará a metodologia (3) desenvolvida pelo professor J. Biarez (Universidade de Grenoble) e pelo engo. Y. Barraud (EDF), associada ao método clássico do cone de arrancamento.

O dimensionamento à compressão levará em consideração as cargas horizontais associadas e os correspondentes momentos atuantes sobre a base da fundação resultando em um caso de dimensionamento por flexão composta (4).

3.3 DIMENSIONAMENTO DO CONCRETO ARMADO

Para dimensionamento do concreto armado (5) serão utilizados os valores constantes da tabela apresentada a seguir, todos referidos ao estado limite último.

Os valores indicados são compatíveis com o critério adotado no cálculo das cargas atuando nas fundações conforme item 4.1 anterior.

Tabela 2 – Valores utilizados no dimensionamento do concreto armado

| Critérios de Dimensionamento do Concreto Armado | Valor Adotado |
|--|--|
| Deformação específica do concreto comprimido | $\varepsilon_c \leq 3,5\%$ |
| Deformação específica da armadura tracionada | $\varepsilon_s \leq 10\%$ |
| Resistência à compressão do concreto | |
| c.1) Concreto moldado “in situ” | $f_{ck} \geq 20 \text{ MPa}$ |
| c.2) Concreto pré-moldado | $f_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$ |
| c.3) Concreto ciclópico | $f_{ck} \geq 8 \text{ MPa}$ |
| c.4) Concreto simples | $f_{ck} \geq 9 \text{ MPa}$ |
| Tensão de cálculo no concreto | $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\delta_c}$ $\delta_c = 1,4$ |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1013-B |
| FUNDAÇÕES TÍPICAS | Rev. 0 |
| | Folha 5 de 19 |

| Crítérios de Dimensionamento do Concreto Armado | Valor Adotado |
|--|------------------------------------|
| Tensão de cálculo no aço | $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\delta_s}$ |
| | $\delta_s = 1,15$ |
| Tensão de cálculo nos chumbadores | $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\delta_s}$ |
| | $\delta_s = 1,5$ |
| Aço da armadura | CA-50 |
| Cobrimento da armadura | 5 cm |

4 SÉRIE DE ESTRUTURAS

Tabela 3 – Série de estruturas - LT 525 kV AREIA – JOINVILLE DO SUL (CS), LT 525 kV JOINVILLE DO SUL – ITAJAÍ 2 (CS) e LT 525 kV ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU (CS)

| Tipo | Aplicação |
|-------------|---|
| N5SEL | Estaiada de suspensão em alinhamento e deflexão até 1° |
| N5SSL | Autoportante de suspensão leve em alinhamento e deflexão até 1° |
| N5SST | Autoportante de suspensão transposição em alinhamento e deflexão até 4° |
| N5SSP | Suspensão autoportante pesada em alinhamento e deflexão até 7° |
| N5SAA | Autoportante de ancoragem em ângulo com deflexão até 30° |
| N5SAT | Autoportante de ancoragem em ângulo com deflexão até 55° e de ancoragem terminal com deflexão até 20° |

Tabela 4 – Série de estruturas - SECCIONAMENTOS DA LT 525 kV CURITIBA – BLUMENAU PARA A SE JOINVILLE SUL (CD), LT 525 kV CURITIBA LESTE – BLUMENAU PARA A SE JOINVILLE SUL (CD), LT 525 kV CURITIBA – BLUMENAU PARA A SE GASPAR 2 (CD), LT 525 kV BLUMENAU – BIGUAÇU PARA A SE GASPAR 2 (CD)

| Tipo | Aplicação |
|-------------|---|
| N5DSL | Autoportante de suspensão leve em alinhamento e deflexão até 1° |
| N5DSP | Suspensão autoportante pesada em alinhamento e deflexão até 5° |
| N5DAA | Autoportante de ancoragem em ângulo com deflexão até 30° |
| N5DAT | Autoportante de ancoragem em ângulo com deflexão até 55° e de ancoragem terminal com deflexão até 20° |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1013-B |
| FUNDAÇÕES TÍPICAS | Rev. 0 |
| | Folha 6 de 19 |

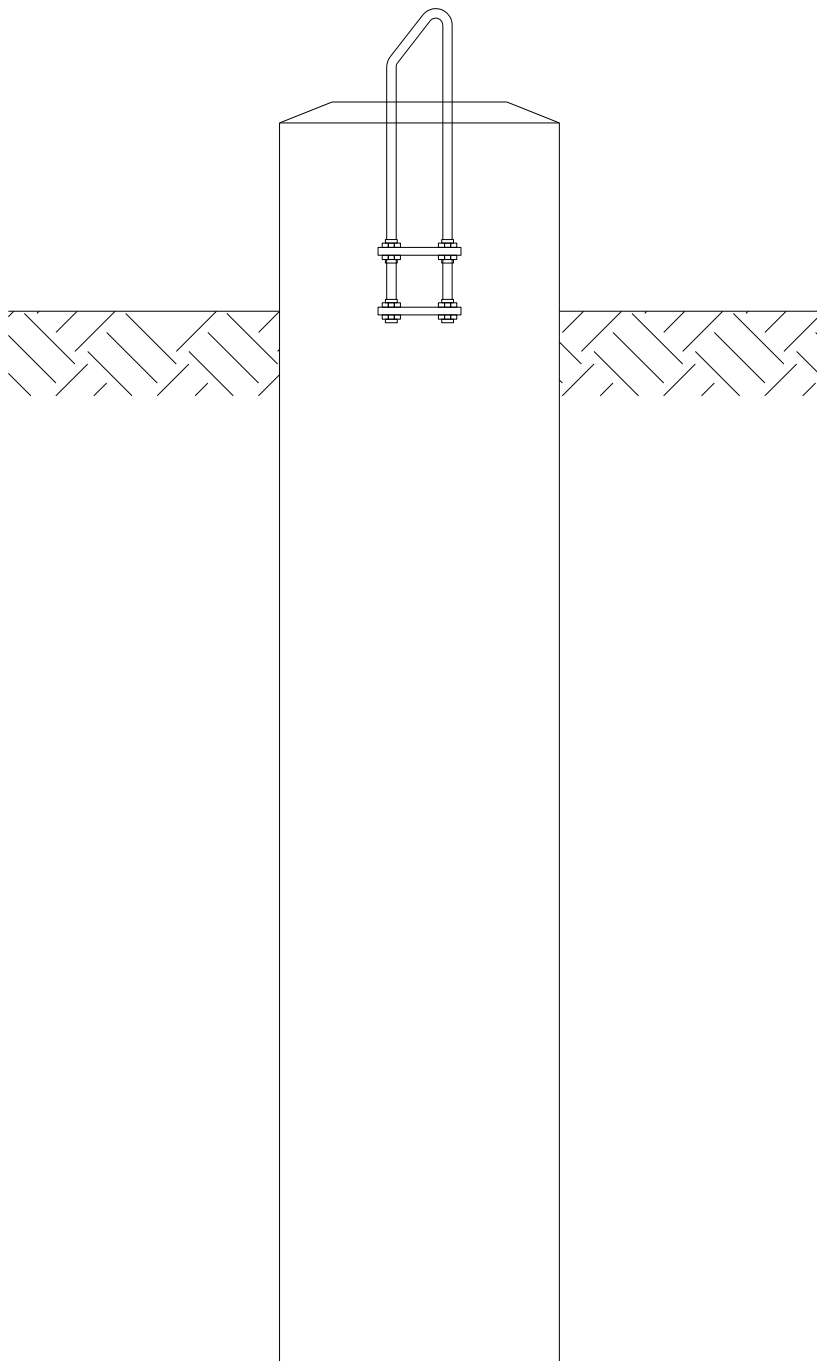
5 REFERÊNCIAS

- 1 Earth manual, publicado pelo United States Department of the Interior – Bureau of Reclamation.
- 2 Soil mechanics in engineering practice – Karl Terzaghi e Ralph B. Peck.
- 3 CIGRÉ 22-06/1968 – The use of soil mechanics methods for adapting tower foundations to soil conditions – J. Biarez e Y. Barraud.
- 4 Foundation analysis and design – Joseph E. Bowles.
- 5 Concreto armado – dimensionamento – Walter Pfeil.
- 6 Relatório LT-L-GERAL-RP-A4-1010-B - SÉRIE DE ESTRUTURAS E HIPÓTESES DE CARREGAMENTO

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1013-B |
| FUNDAÇÕES TÍPICAS | Rev. 0 |
| | Folha 7 de 19 |

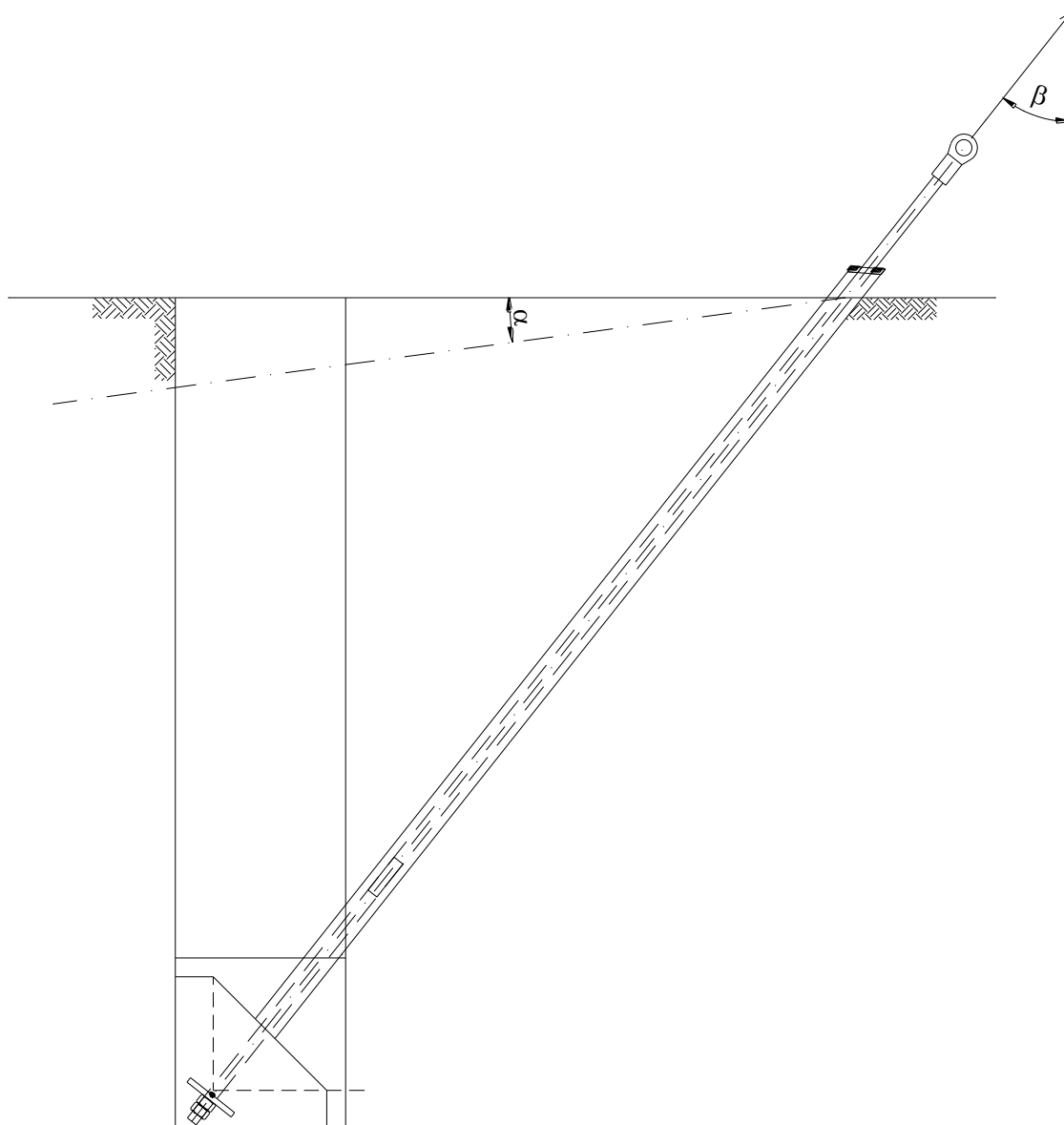
6 FIGURAS

6.1 Estaiada – Estai



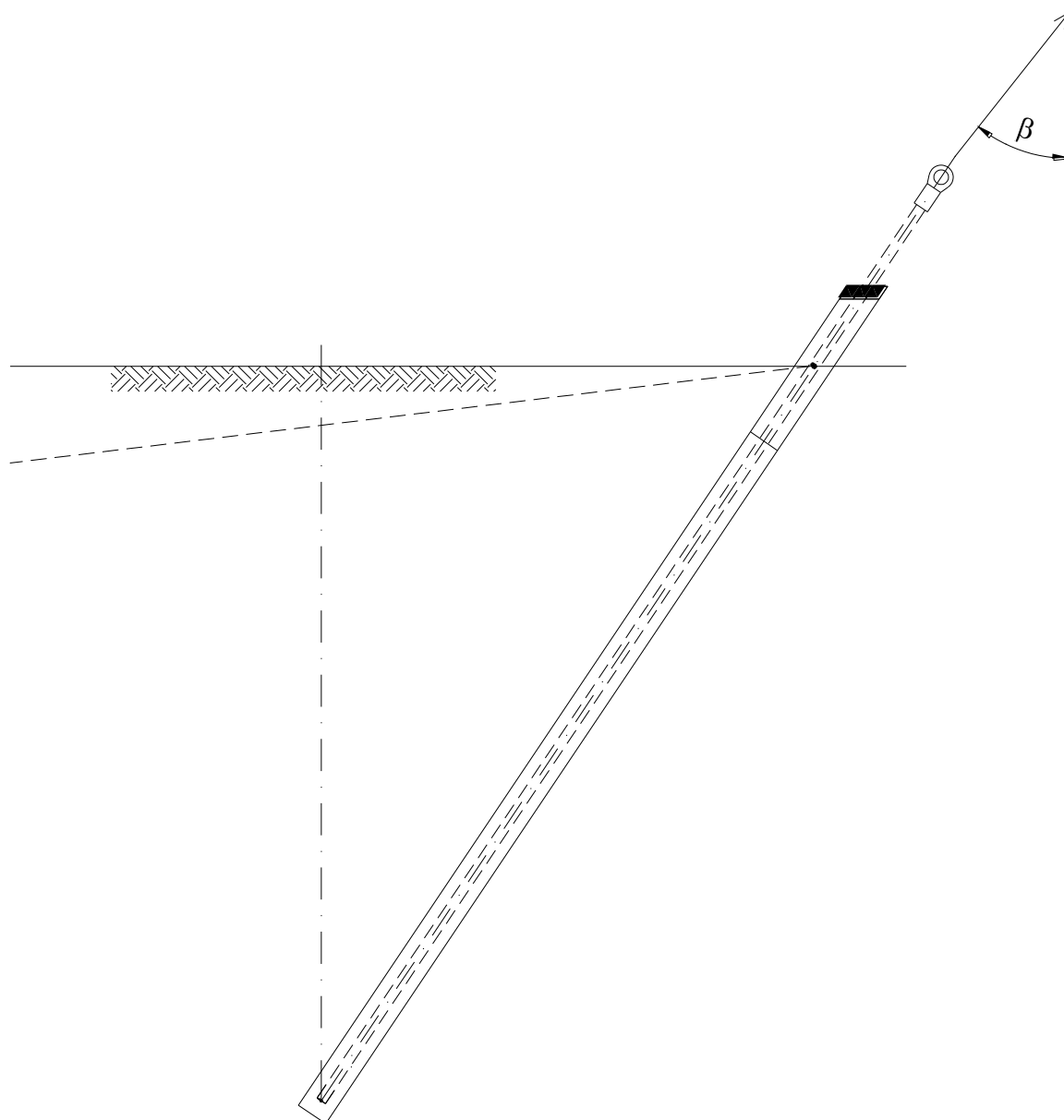
Fundação em tubo sem base alargada para os estais

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1013-B |
| FUNDAÇÕES TÍPICAS | Rev. 0 |
| | Folha 8 de 19 |



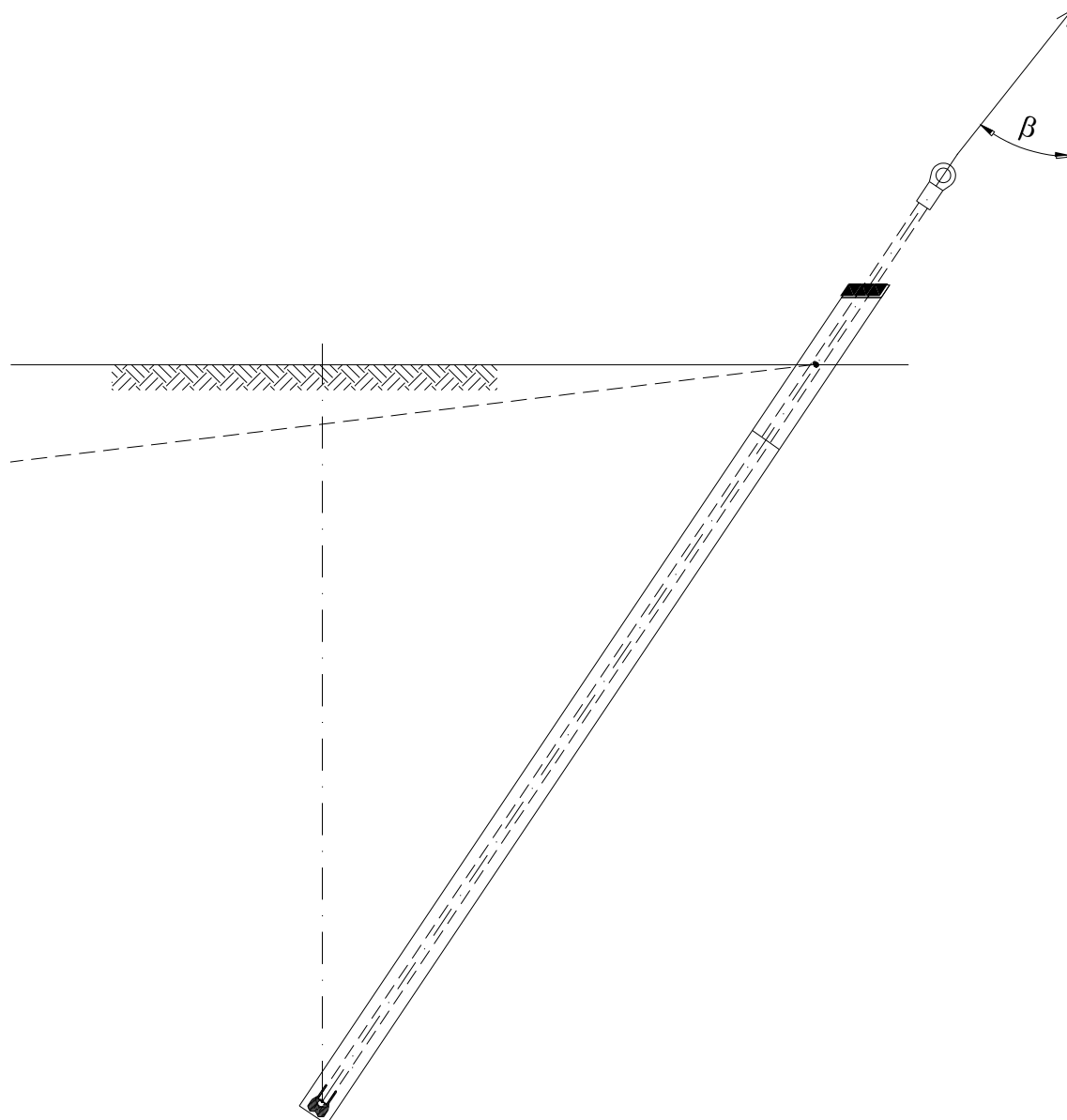
Fundação em viga pré-moldada para os estais

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1013-B |
| FUNDAÇÕES TÍPICAS | Rev. 0 |
| | Folha 9 de 19 |



Fundação em barra ancorada sem tricône para os estais

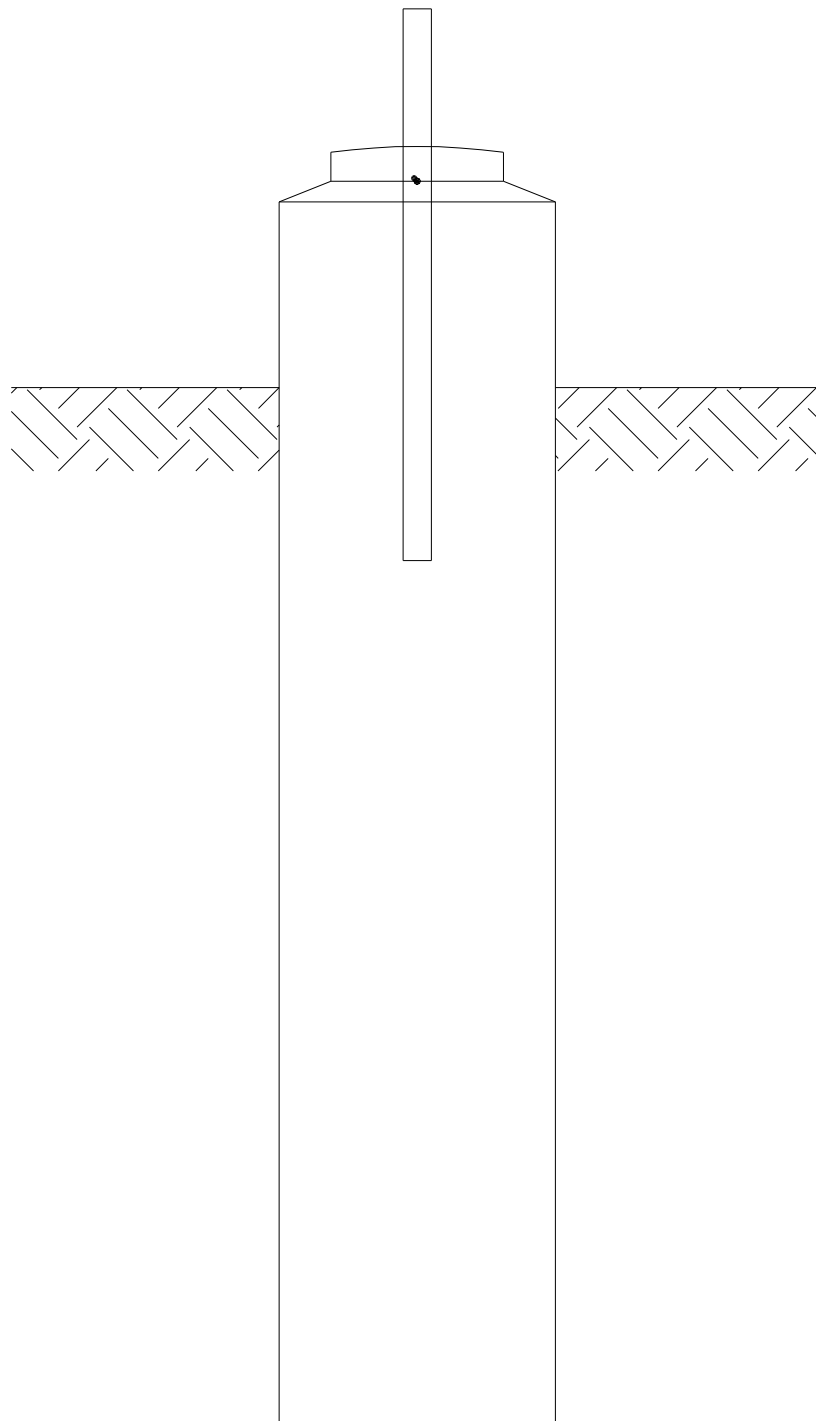
| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1013-B |
| FUNDAÇÕES TÍPICAS | Rev. 0 |
| | Folha 10 de 19 |



Fundação em barra ancorada com tricône para os estais

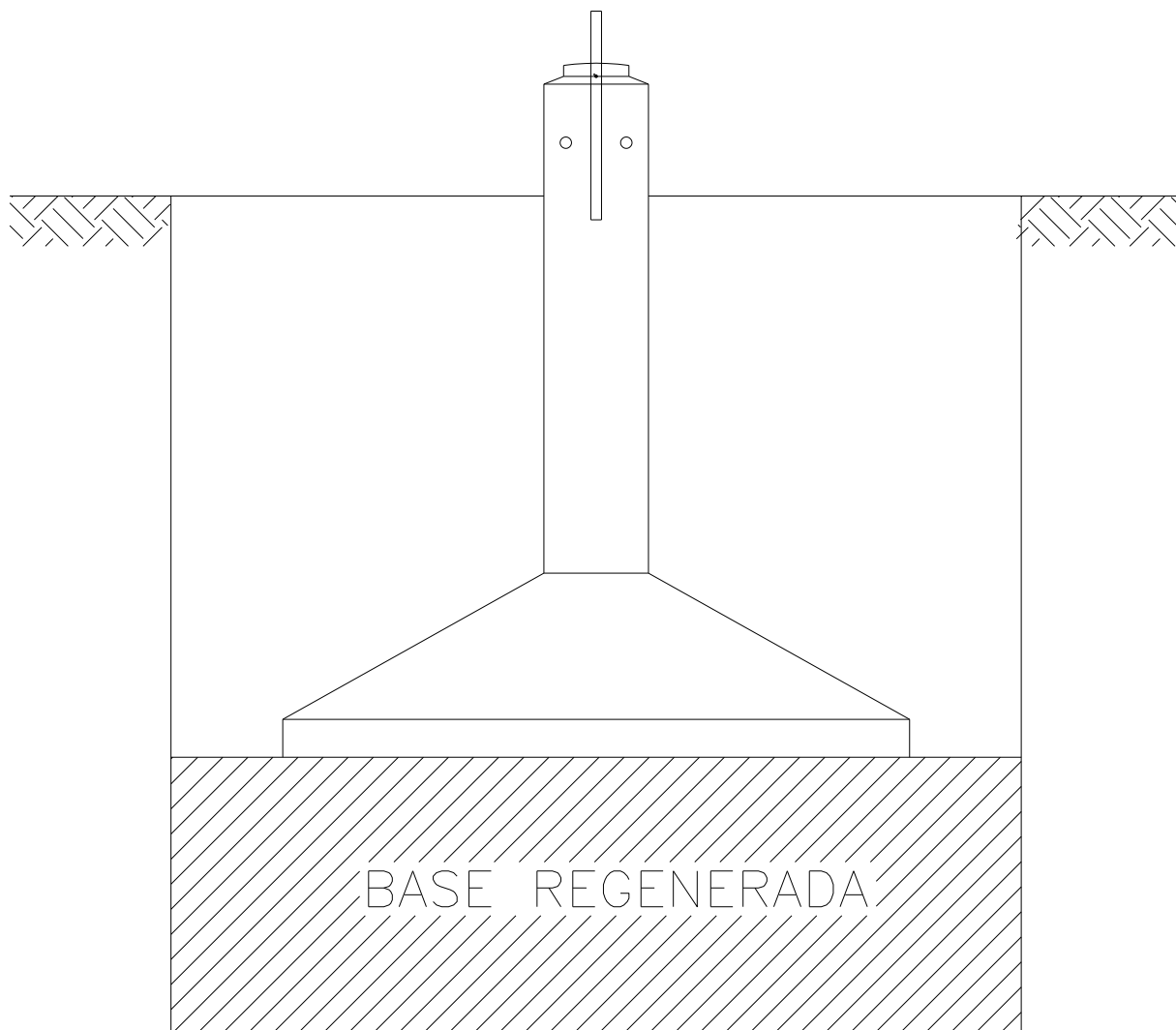
| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1013-B |
| FUNDAÇÕES TÍPICAS | Rev. 0 |
| | Folha 11 de 19 |

6.2 Estaiada – Mastro



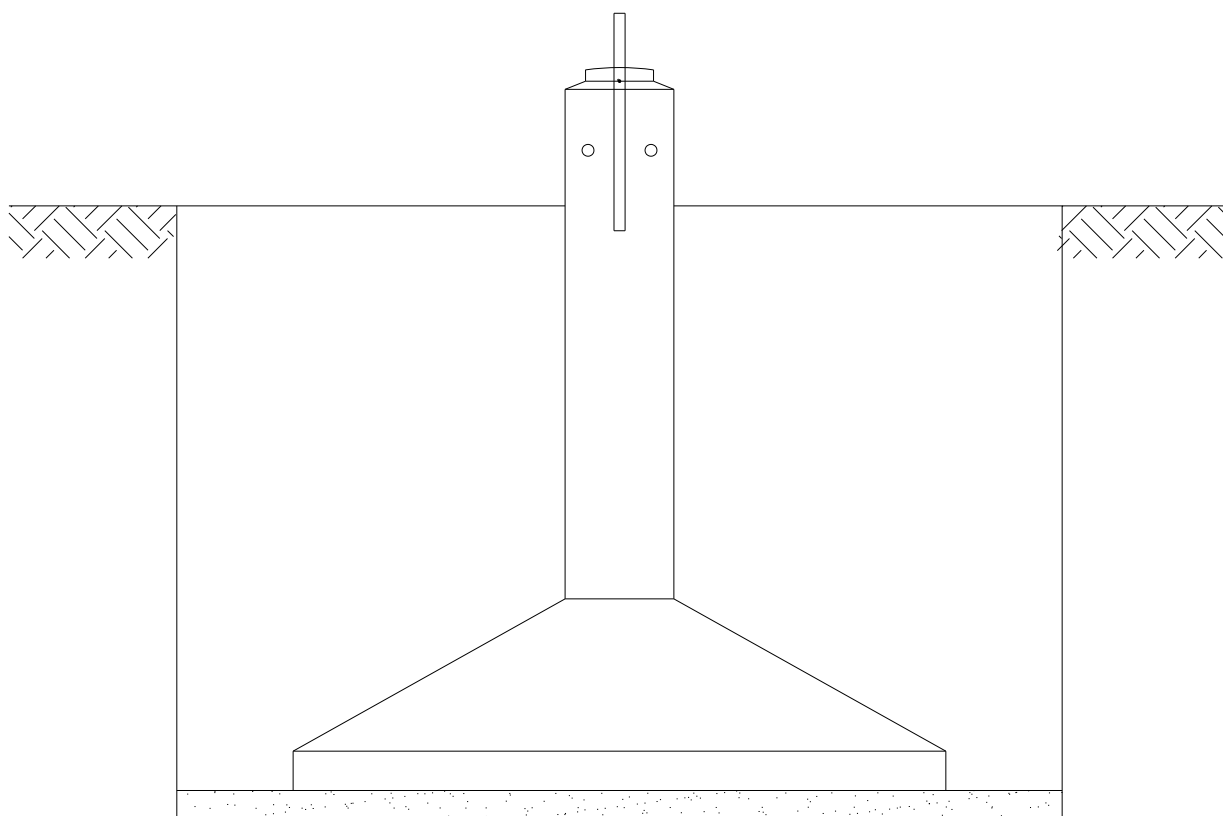
Fundação em tubo sem base alargada para o mastro

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1013-B |
| FUNDAÇÕES TÍPICAS | Rev. 0 |
| | Folha 12 de 19 |



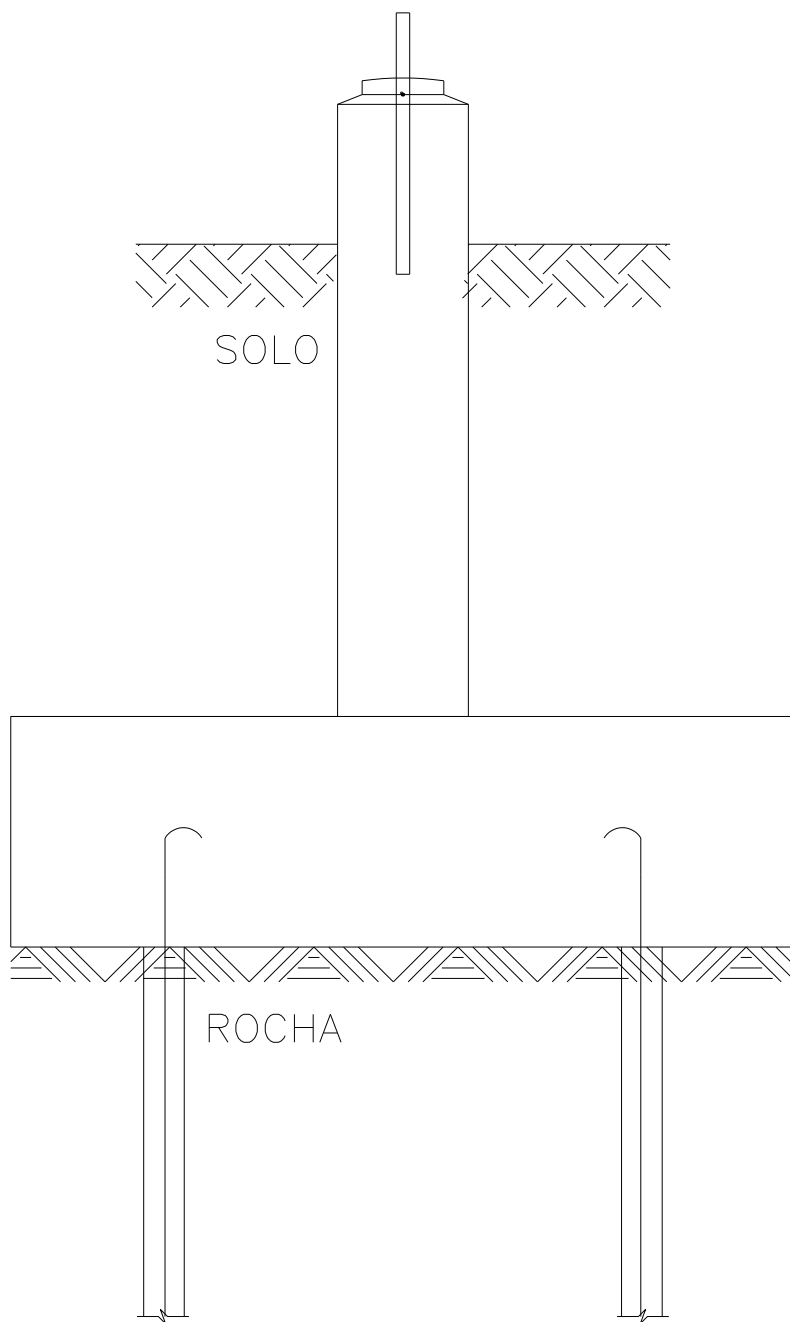
Fundação em sapata pré-moldada com regeneração para o mastro

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1013-B |
| FUNDAÇÕES TÍPICAS | Rev. 0 |
| | Folha 13 de 19 |



Fundação em sapata pré-moldada com placa pré-moldada para o mastro

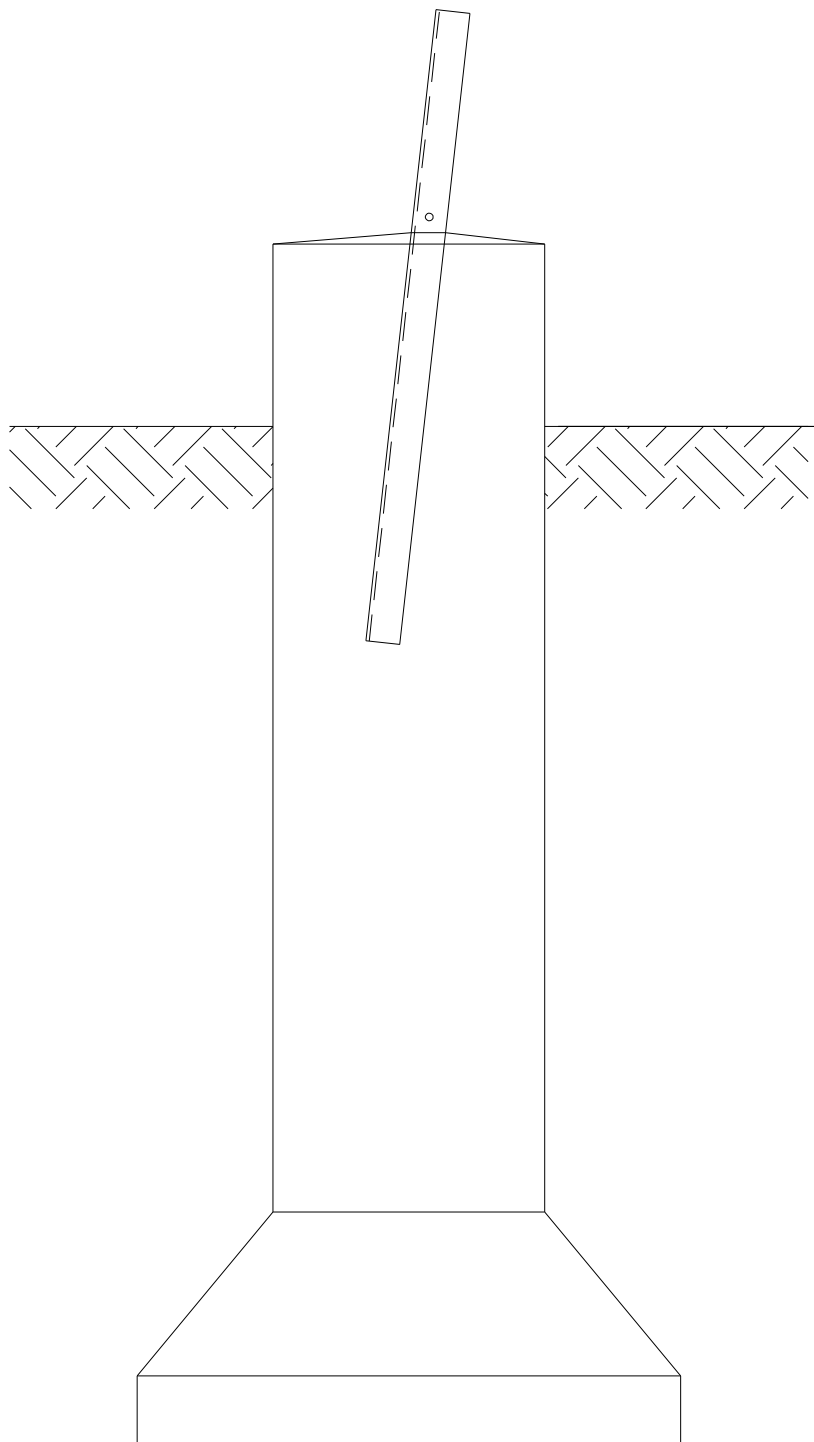
| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1013-B |
| FUNDAÇÕES TÍPICAS | Rev. 0 |
| | Folha 14 de 19 |



Fundação em bloco ancorado em rocha para o mastro

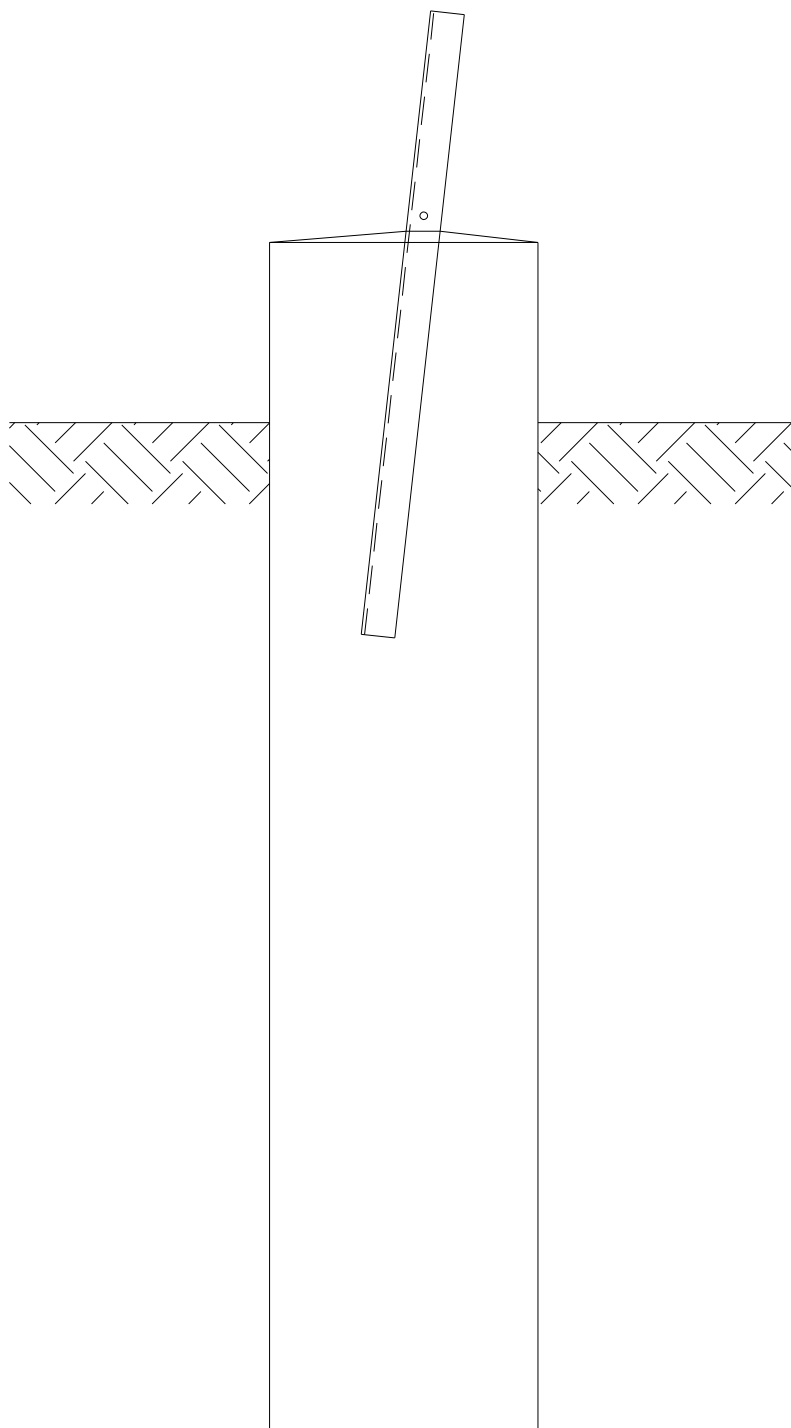
| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1013-B |
| FUNDAÇÕES TÍPICAS | Rev. 0 |
| | Folha 15 de 19 |

6.3 Autoportantes



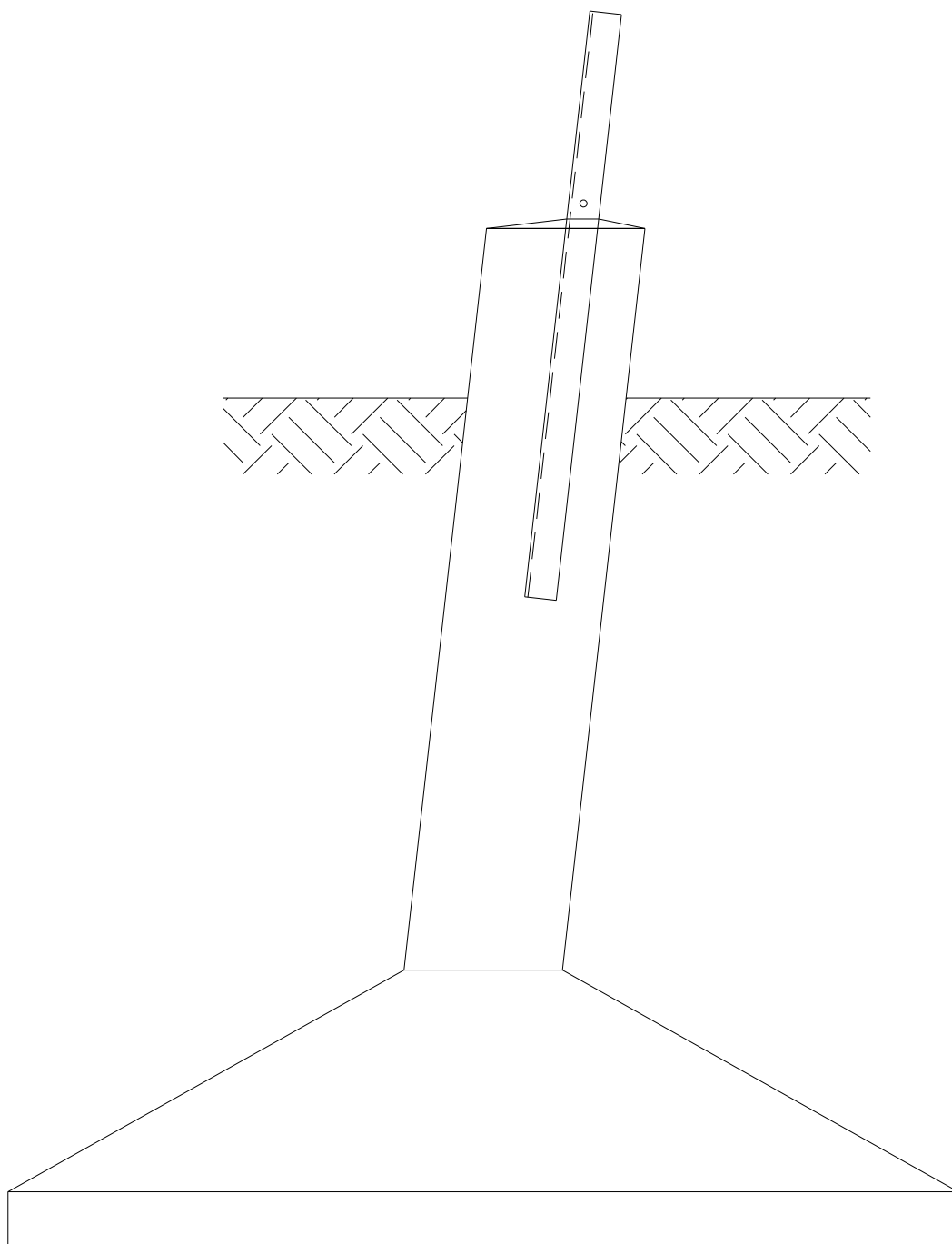
Fundação em tubulão com base alargada

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1013-B |
| FUNDAÇÕES TÍPICAS | Rev. 0 |
| | Folha 16 de 19 |



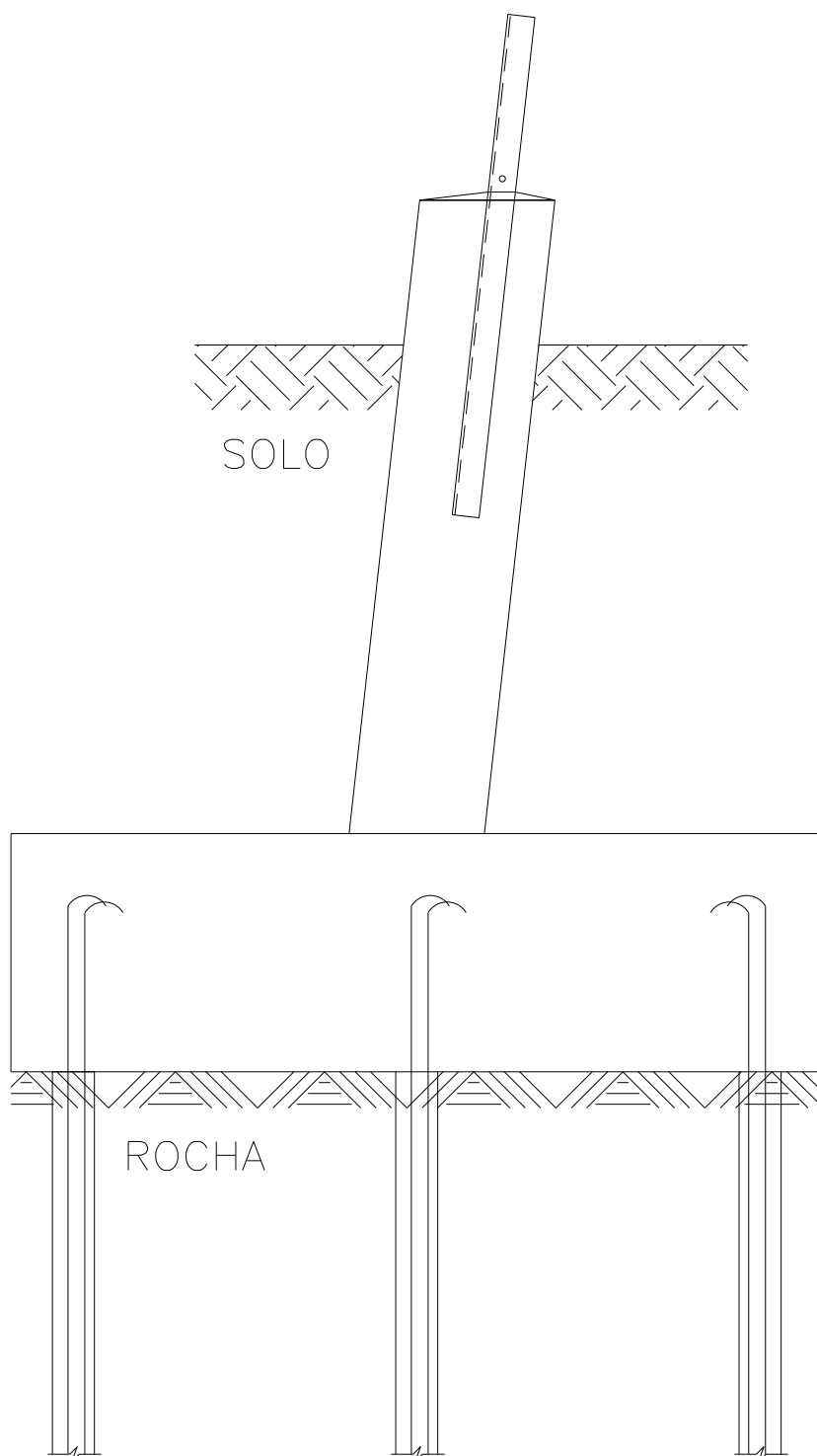
Fundação em tubulão sem base alargada

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1013-B |
| FUNDAÇÕES TÍPICAS | Rev. 0 |
| | Folha 17 de 19 |



Fundação em sapata



| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1013-B |
| FUNDAÇÕES TÍPICAS | Rev. 0 |
| | Folha 18 de 19 |



Fundação em bloco ancorado em rocha

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 - BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1013-B |
| FUNDAÇÕES TÍPICAS | Rev. 0 |
| | Folha 19 de 19 |

| | | | | | |
|-------------|-------------|------------------------|--------------|---------------|---------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 0 | 26/06/19 | Emissão Inicial | VRA | KCAR | RJC |
| <i>Rev.</i> | <i>Data</i> | <i>Descrição</i> | <i>Elab.</i> | <i>Verif.</i> | <i>Aprov.</i> |

| | | | | | |
|--|--------------------|---|----------------------|---------------------------------|-------------|
| <p>EKTT 11 Serviços de Transmissão de Energia Elétrica SPE S.A.</p>  | | <p><i>Nome da Obra</i></p> <p>LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1</p> | | | |
|  | | <p><i>Título do Documento:</i></p> <p>PROJETO BÁSICO – LOTE 1 - LEILÃO ANEEL n° 04/2018 LINHAS DE TRANSMISSÃO</p> <p>NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS</p> | | | |
| <i>Elaborado</i> | VRA | 26/06/19 | <i>Classe.Proj.</i> | <i>Situação. Projeto Básico</i> | |
| <i>Verificado</i> | KCAR | 26/06/19 | | Elétrica | <i>Rev.</i> |
| <i>Aprovado</i> | RJC | 26/06/19 | | <i>Folha</i> | 1/29 |
| <i>Responsável</i> | CFS | 26/06/19 | <i>Nº Documento:</i> | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B | |
| <i>CREA Nº</i> | 200011958-9 | | | | |

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | OBJETIVO | 3 |
| 2 | ÓRGÃOS NORMALIZADORES | 3 |
| 2.1 | RELAÇÃO DOS ÓRGÃOS | 3 |
| 2.2 | APLICAÇÃO DAS NORMAS | 3 |
| 3 | NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | 4 |
| 3.1 | PROJETOS BÁSICO E EXECUTIVO DAS LINHAS DE TRANSMISSÃO..... | 4 |
| 3.2 | FUNDAÇÕES EM CONCRETO | 5 |
| 3.3 | ESTRUTURAS METÁLICAS TRELIÇADAS | 6 |
| 3.4 | CABOS DE ALUMÍNIO LIGA 1120 | 10 |
| 3.5 | CABOS DE ALUMÍNIO COM ALMA DE AÇO TIPO CAA | 12 |
| 3.6 | CORDOALHAS DE AÇO ZINCADO | 15 |
| 3.7 | CABOS OPGW (OPTICAL GROUND WIRE) | 16 |
| 3.8 | ISOLADORES DE VIDRO TEMPERADO OU PORCELANA..... | 20 |
| 3.9 | FERRAGENS PARA FIXAÇÃO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS | 24 |

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 2 de 29 |

1 OBJETIVO

Relacionar as Normas Técnicas a serem utilizadas nos Projetos Básico e Executivo das LTs 525 kV integrantes do Lote 01 do Edital de Leilão nº04/2018 da ANEEL. As linhas de transmissão 525 kV integrantes do Lote 01 são:

- a) LT 525 kV Areia – Joinville Sul (CS) com 281,0 km;
- b) LT 525 kV Joinville Sul – Itajaí 2 (CS) com 75,8 km;
- c) LT 525 kV Itajaí 2 – Biguaçu (CS) com 72,2 km;

2 ÓRGÃOS NORMALIZADORES

2.1 RELAÇÃO DOS ÓRGÃOS

| | |
|----------------|---|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ANSI | American National Standards Institute |
| AS | Australian Standard |
| ASCE | American Society of Civil Engineers |
| ASME | American Society of Mechanical Engineers |
| ASTM | American Society for Testing and Materials |
| EIA | Electronics Industries Association |
| IEC | International Electrotechnical Commission |
| IEEE | The Institute of Electrical and Electronics Engineers |
| INMETRO | Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial |
| ISO | International Organization for Standardization |
| NEMA | National Electrical Manufacturers Association |

2.2 APLICAÇÃO DAS NORMAS

Todas as normas serão utilizadas em sua revisão mais recente.

As Normas Técnicas citadas nos itens seguintes, aplicáveis ao projeto, matéria prima, fabricação, ensaios, inspeção, embalagem e embarque das estruturas, cabos, isoladores e ferragens ao serem utilizados nas Linhas de Transmissão, deverão constar das especificações técnicas de compra desses materiais.

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 3 de 29 |

3 NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS

3.1 PROJETOS BÁSICO E EXECUTIVO DAS LINHAS DE TRANSMISSÃO

3.1.1 ABNT

- NBR 5422 Projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica
- NBR 6535 Sinalização de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica com vista à segurança da inspeção aérea
- NBR 7276 Sinalização de advertência em linhas aéreas de transmissão de energia elétrica - Procedimento
- NBR 8449 Dimensionamento de cabos para-raios para linhas aéreas de transmissão de energia elétrica - Procedimento
- NBR 8664 Sinalização para identificação de linha aérea de transmissão de energia elétrica - Requisitos
- NBR 15237 Esfera de sinalização diurna para linhas aéreas de transmissão de energia elétrica - Especificação
- NBR 15238 Sistema de sinalização para linhas aéreas de transmissão de energia elétrica

3.1.2 ANSI

- C2/2002 National Electric Safety Code

3.1.3 IEC

- 60826 Design criteria of overhead transmission lines

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 4 de 29 |

3.2 FUNDAÇÕES EM CONCRETO

3.2.1 ABNT

- NBR 5738 Concreto – procedimento para moldagem e cura de corpos de prova
- NBR 5739 Concreto - ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos
- NBR 5741 Extração e preparação de amostras de cimentos
- NBR 6118 Projetos de estruturas de concreto - Procedimento
- NBR 6122 Projeto e execução de fundações
- NBR 6484 Solo - sondagens de simples reconhecimento com STP – método de Ensaio
- NBR 6491 Reconhecimento e amostragem para fins de caracterização de pedregulho e areia
- NBR 7211 Agregado para concreto - Especificação
- NBR 7214 Areia normal para ensaio de cimento - Especificação
- NBR 7215 Cimento Portland – determinação da resistência à compressão
- NBR 7218 Agregados - determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis
- NBR 7221 Agregado - Índice de desempenho de agregado miúdo contendo impurezas orgânicas - Método de ensaio
- NBR 7477 Determinação do coeficiente de conformação superficial de barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto armado
- NBR 7478 Método de ensaio de fadiga de barras de aço para concreto armado
- NBR 7480 Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação
- NBR 9604 Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas — Procedimento
- NBR 9820 Coleta de Amostras Indeformadas de Solos de Baixa Consistência em

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 5 de 29 |

Furos de Sondagem - Procedimento

- NBR 12655 Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento
- NBR 16372 Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (método de Blaine)
- NBR NM10 Cimento Portland – análise química – disposições gerais
- NBR NM26 Agregados – amostragem
- NBR NM46 Agregados – determinação do material fino que passa através da peneira 75 micrômetro, por lavagem
- NBR NM49 Agregado miúdo – determinação de impurezas orgânicas
- NBR NM248 Agregados – determinação da composição granulométrica
- NBR NM-ISO2395 Peneiras de ensaio e ensaio de peneiramento – vocabulário
- NBR NM-ISO3310-1 Peneiras de ensaio – requisitos técnicos e verificação – parte 1: peneiras de ensaio com tela de tecido metálico
- NBR NM-ISO3310-2 Peneiras de ensaio – requisitos técnicos e verificação – parte 2: peneiras de ensaio de chapa metálica perfurada

3.3 ESTRUTURAS METÁLICAS TRELIÇADAS

3.3.1 ABNT

- NBR 5419 Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas
- NBR 5422 Projeto de linhas aéreas de transmissão de energia elétrica
- NBR 5426 Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos
- NBR 5427 Guia para utilização da norma ABNT NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos
- NBR 5875 Parafusos, porcas e acessórios – Terminologia
- NBR 5876 Roscas – Terminologia

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 6 de 29 |

- NBR 6323 Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido – Especificação
- NBR 7007 Aços-carbono e microligados para barras e perfis laminados a quente para uso estrutural - Requisitos
- NBR 7095 Ferragens eletrotécnicas para linhas de transmissão e subestações de alta tensão e extra-alta tensão
- NBR 7397 Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - determinação da massa do revestimento por unidade de área – Método de ensaio
- NBR 7398 Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente – verificação da aderência do revestimento – Método de ensaio
- NBR 7399 Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente – verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo – Método de ensaio
- NBR 7400 Galvanização de produto de aço e ferro fundido por imersão a quente – verificação da uniformidade do revestimento – Método de ensaio
- NBR 7414 Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - Terminologia
- NBR 8681 Ações de segurança nas estruturas – Procedimento
- NBR 8842 Suportes metálicos treliçados para linhas de transmissão – resistência ao carregamento - Método de ensaio
- NBR 8853 Porca sextavada de segurança para estruturas metálicas de linhas de transmissão e subestações - Padronização
- NBR 15980 Perfis laminados de aço para uso estrutural — Dimensões e tolerâncias

3.3.2 ASTM

- A6/A6M Standard specification for general requirements for rolled structural steel bars, plates, shapes, and sheet piling

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 7 de 29 |

- A36/A36M Standard specification for carbon structural steel
- A90/A90M Standard test method for weight (mass) of coating on iron and steel articles with zinc or zinc-alloy coatings
- A123/A123M Standard specification for zinc (hot-dip galvanized) coatings on iron and steel products
- A143 Standard practice for safeguarding against embrittlement of hot-dip galvanized structural steel products and procedure for detecting embrittlement
- A153/A153M Standard specification for zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware
- A239 Standard practice for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles
- A242/A242M Standard specification for high-strength low-alloy structural steel
- A283/A283M Standard specification for low and intermediate tensile strength carbon steel plates
- A370 Standard test methods and definitions for mechanical testing of steel products
- A394 Standard specification for steel transmission tower bolts, zinc-coated and bare
- A475 Standard specification for zinc-coated steel wire strand
- A529/A529M Standard specification for high-strength carbon-manganese steel of structural quality
- A563/A563M Standard specification for carbon and alloy steel nuts
- A572/A572M Standard specification for high-strength low-alloy columbium-vanadium structural steel
- A606 Standard specification for steel, sheet and strip, high-strength, low-alloy, hot-rolled and cold-rolled, with improved atmospheric corrosion resistance
- B6 Standard specification for zinc

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 8 de 29 |

- E709 Standard guide for magnetic particle testing
- F3125/3125M Standard Specification for High Strength Structural Bolts, Steel and Alloy Steel, Heat Treated, 120 ksi (830 MPa) and 150 ksi (1040 MPa) Minimum Tensile Strength, Inch and Metric Dimensions

3.3.3 ASME

- B1.1 Unified inch screw threads (UN and UNR thread form)
- B1.13M Metric screw threads – M profile
- B18.2.1 Square and hex Heavy Hex, and Askew Head Bolts and Hex, Heavy Hex, Hex Flange, Lobed Head, and Lag screws (inch series)
- B18.2.2 Nuts for General Applications: Machine Screw Nuts, Hex, Square and Hex flange, and Coupling Nuts (Inch Series)
- B18.2.3 Metric hex bolts
- B18.2.4 Metric hex nuts
- B18.5 Round head bolts
- B18.21.2 Lock washers
- B18.22 Plain washers

3.3.4 ASCE

- 10 – 97 Design of latticed steel transmission structures

3.3.5 ISO

- 261 General purpose metric screw threads - general plan
- 898-1/2 Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel, parts 1 and 2
- 965-1/2/3/4/5 General purpose metric screw threads – tolerances parts 1, 2, 3, 4 and

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 9 de 29 |

5

- 4016 Hexagon head bolts - product grade C
- 4034 Hexagon nuts – product grade C
- 4759-1 Tolerances for fasteners - bolts, screws, studs and nuts – product grades A, B and C
- 7091 Plain washers – normal series - product grade C

3.4 CABOS DE ALUMÍNIO LIGA 1120

3.4.1 ABNT

- NBR 5425 Guia para inspeção por amostragem no controle e certificação de qualidade
- NBR 5426 Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos
- NBR 5427 Guia para utilização da norma ABNT NBR 5426
- NBR 5471 Condutores elétricos
- NBR 6236 Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos - Requisitos
- NBR 6653 Fitas de aço para embalagem
- NBR 6810 Fios e cabos elétricos – tração à ruptura em componentes metálicos
- NBR 6814 Fios e cabos elétricos – ensaio de resistência elétrica
- NBR 6815 Fios e cabos elétricos – ensaios de determinação de resistividade em componentes metálicos
- NBR 7271 Cabos de alumínio nus para linhas aéreas - Especificação
- NBR 7272 Condutor elétrico de alumínio – ruptura e característica dimensional
- NBR 7273 Condutor elétrico de alumínio — Retirada e preparo de corpo-de-prova para ensaio de tipo
- NBR 7302 Condutores elétricos de alumínio tensão-deformação em condutores de alumínio – Método ensaio

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 10 de 29 |

- NBR 7303 Condutores elétricos de alumínio – fluência em condutores de alumínio
- NBR 7309 Armazenamento, transporte e movimentação dos elementos componentes dos carretéis de madeira para para fios, cabos ou cordoalhas de aço
- NBR 7310 Armazenamento, transporte e utilização de bobinas com fios, cabos elétricos ou cordoalhas de aço
- NBR 7312 Rolos de fios e cabos elétricos – características dimensionais
- NBR 10298 Cabos de liga alumínio-magnésio-silício, nus, para linhas aéreas – especificação
- NBR 11137 Carretéis de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos – dimensões e estruturas
- NBR 15443 Fios, cabos e condutores elétricos — Verificação dimensional e de massa
- NBR 15770 Cabos de alumínio nus reforçados com fios de liga alumínio-magnésio-silício para linhas aéreas — Especificação
- NBR 16637 Fios de alumínio - liga 1120, de seção circular, para fins elétricos – Requisitos de desempenho
- NBR 16686 Cabos De Alumínio-Liga 1120 Para Linhas Aéreas - Especificação

3.4.2 ASTM

- B193 Standard test method for resistivity of electrical conductor materials
- B263 Standard test method for determination of cross-sectional area of stranded conductors
- B354 Standard terminology relating to uninsulated metallic electrical conductors
- B557/557M Standard test methods of tension testing wrought and cast aluminum-and magnesium-alloy products
- B682 Standard specification for standard metric sizes of electrical conductors

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 11 de 29 |

3.4.3 IEC

- IEC 60468 Method of measurement of resistivity of metallic materials

3.4.4 Australian Standard

- AS 3607 Conductors - Bare overhead, aluminium and aluminium alloy - Steel reinforced
- AS 1531 Conductors – Bare overhead – Aluminium and Aluminium alloy
- AS 2848 Aluminium and Aluminium Alloys - Compositions and Designations
- AS 2848.1 Aluminium and aluminium alloys - Compositions and designations Wrought products

3.5 CABOS DE ALUMÍNIO COM ALMA DE AÇO TIPO CAA

3.5.1 ABNT

- NBR 5118 Fios de alumínio 1350 nus de seção circular para fins elétricos
- NBR 5426 Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos
- NBR 5427 Guia para utilização da norma ABNT NBR 5426
- NBR 6236 Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos - Requisitos
- NBR 6323 Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido – Especificação
- NBR 6653 Fitas de aço para embalagem
- NBR 6756 Fios de aço zincados para alma de cabos de alumínio e alumínio liga - Especificação
- NBR 6810 Fios e cabos elétricos – tração à ruptura em componentes metálicos
- NBR 6814 Fios e cabos elétricos – ensaio de resistência elétrica
- NBR 6815 Fios e cabos elétricos – ensaios de determinação de resistividade em

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 12 de 29 |

componentes metálicos

- NBR 7103 Vergalhão de alumínio 1350 para fins elétricos - Especificação
- NBR 7270 Cabos de alumínio nus com alma de aço zincado para linhas aéreas - Especificação
- NBR 7272 Condutor elétrico de alumínio – ruptura e característica dimensional
- NBR 7273 Condutor elétrico de alumínio — Retirada e preparo de corpo-de-prova para ensaio de tipo
- NBR 7302 Condutores elétricos de alumínio tensão-deformação em condutores de alumínio – Método ensaio
- NBR 7303 Condutores elétricos de alumínio – fluência em condutores de alumínio
- NBR 7309 Armazenamento, transporte e movimentação dos elementos componentes dos carretéis de madeira para para fios, cabos ou cordoalhas de aço
- NBR 7310 Armazenamento, transporte e utilização de bobinas com fios, cabos elétricos ou cordoalhas de aço
- NBR 7397 Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - determinação da massa do revestimento por unidade de área – Método de ensaio
- NBR 7398 Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente – verificação da aderência do revestimento – Método de ensaio
- NBR 7399 Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente – verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo – Método de ensaio
- NBR 7400 Galvanização de produto de aço e ferro fundido por imersão a quente – verificação da uniformidade do revestimento – Método de ensaio
- NBR 7414 Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - Terminologia
- NBR 11137 Carretéis de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos –

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 13 de 29 |

dimensões e estruturas

- NBR 15126 Carretel para acondicionamento de fios e cabos elétricos – Requisitos de desempenho

3.5.2 ASTM

- A90/A90M Standard test method for weight (mass) of coating on iron and steel articles with zinc or zinc-alloy coatings
- A239 Standard practice for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles
- B6 Standard specification for zinc
- B193 Standard test method for resistivity of electrical conductor materials
- B230/B230M Standard specification for aluminum 1350-H19 wire for electrical purposes
- B232/B232M Standard specification for concentric-lay-stranded aluminum conductors, coated-steel reinforced (ACSR)
- B233 Standard specification for aluminum 1350 drawing stock for electrical purposes
- B263 Standard test method for determination of cross-sectional area of stranded conductors
- B354 Standard terminology relating to uninsulated metallic electrical conductors
- B498/B498M Standard specification for zinc-coated (galvanized) steel core wire for use in overhead electrical conductors
- B500/B500M Standard specification for metallic coated or aluminum clad stranded steel core for use in overhead electrical
- B557/557M Standard test methods of tension testing wrought and cast aluminum- and magnesium-alloy products

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 14 de 29 |

3.6 CORDOALHAS DE AÇO ZINCADO

3.6.1 ABNT

- NBR 5426 Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos
- NBR 5427 Guia para utilização da norma ABNT NBR 5426 - Plano de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos
- NBR 6005 Arames de aço revestidos e não revestidos – verificação da ductilidade e de aderência do revestimento
- NBR 6236 Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos - requisitos
- NBR 6323 Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido - Especificação
- NBR 7309 Armazenamento, transporte e movimentação dos elementos componentes dos carretéis de madeira para para fios, cabos ou cordoalhas de aço
- NBR 7310 Armazenamento, transporte e utilização de bobinas com fios, cabos elétricos ou cordoalhas de aço
- NBR 7311 Carretéis de madeira para cordoalhas de fios de aço zincado – características dimensionais e estruturais.
- NBR 7397 Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente – determinação da massa do revestimento por unidade de área – Método de ensaio
- NBR 7398 Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente – Verificação da aderência do revestimento – Método de ensaio
- NBR 7399 Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente – Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo – Método de ensaio
- NBR 7400 Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - verificação da uniformidade do revestimento – Método de ensaio

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 15 de 29 |

- NBR 7414 Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente – Terminologia
- NBR 11137 Carretéis de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos – dimensões e estruturas

3.6.2 ASTM

- A90/A90M Standard test method for weight (mass) of coating on iron and steel articles with zinc or zinc-alloy coatings
- A239 Standard practice for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles
- A363 Standard specification for zinc-coated (galvanized) steel overhead ground wire strand
- A475 Standard specification for zinc-coated steel wire strand

3.7 CABOS OPGW (OPTICAL GROUND WIRE)

3.7.1 ABNT

- NBR 5426 Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos
- NBR 5427 Guia para utilização da norma ABNT NBR 5426 - Plano de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos
- NBR 6005 Arames de aço revestidos e não revestidos - Verificação da ductibilidade e da aderência ao revestimento
- NBR 6236 Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos - Requisitos
- NBR 6323 Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido - Especificação
- NBR 6756 Fios de aço zincados para alma de cabos de alumínio e alumínio liga - Especificação

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 16 de 29 |

- NBR 6814 Fios e cabos elétricos – ensaio de resistência elétrica
- NBR 7272 Condutor elétrico de alumínio – Ruptura e característica dimensional
- NBR 7303 Condutores elétricos de alumínio – Fluência em condutores de alumínio
- NBR 7310 Armazenamento, transporte e utilização de bobinas com fios, cabos elétricos ou cordoalhas de aço
- NBR 7397 Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente – determinação da massa do revestimento por unidade de área – Método de ensaio
- NBR 7398 Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente – Verificação da aderência do revestimento – Método de ensaio
- NBR 7399 Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente – Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo – Método de ensaio
- NBR 7400 Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - verificação da uniformidade do revestimento – Método de ensaio
- NBR 7414 Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente – Terminologia
- NBR 9136 Cabos ópticos e telefônicos - Ensaio de penetração de umidade - Método de ensaio
- NBR 9140 Cabos ópticos e fios e cabos telefônicos - Ensaio de comparação de cores - Método de ensaio
- NBR 9149 Cabos telefônicos - Ensaio de escoamento do composto de enchimento - Método de ensaio
- NBR 10711 Fios de aço revestido de alumínio, nus, encruados, para fins elétricos - Especificação
- NBR 11137 Carretéis de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos – dimensões e estruturas
- NBR 13486 Fibras ópticas - Terminologia
- NBR 13488 Fibras ópticas tipo monomodo de dispersão normal - Especificação

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 17 de 29 |

- NBR 13491 Fibras ópticas - Determinação da atenuação óptica – Método de Ensaio
- NBR 13492 Fibras ópticas – Determinação do comprimento de onda de corte – Método de Ensaio
- NBR 13493 Fibras ópticas – Determinação do diâmetro de campo modal – Método de Ensaio
- NBR 13500 Fibras ópticas – Determinação dos parâmetros geométricos do revestimento – Método de Ensaio
- NBR 13502 Fibras ópticas – Verificação da uniformidade da atenuação óptica – Método de Ensaio
- NBR 13503 Fibras ópticas – Ensaio de tensão mecânica constante – Método de Ensaio
- NBR 13504 Fibras ópticas – Determinação da dispersão cromática – Método de Ensaio
- NBR 13505 Fibras ópticas – Determinação do comprimento – Método de Ensaio
- NBR 13506 Fibras ópticas – Determinação da sensibilidade óptica à curvatura
- NBR 13507 Cabos ópticos – Ensaio de compressão – Método de ensaio
- NBR 13509 Cabos ópticos – Ensaio de impacto
- NBR 13510 Cabos ópticos – Ensaio de ciclo térmico – Método de ensaio
- NBR 13511 Fibras e cabos ópticos – Ensaio de ataque químico à fibra óptica tingida – Método de ensaio
- NBR 13512 Cabos ópticos – Ensaio de tração em cabos ópticos e determinação da deformação da fibra óptica – Método de ensaio
- NBR 13519 Fibras e cabos ópticos – Ensaio de ciclos térmicos na fibra óptica tingida – Método de ensaio
- NBR 13520 Fibras ópticas – Determinação da variação da atenuação óptica – Método de ensaio
- NBR 13975 Fibras ópticas – Determinação da força de extração do revestimento – Método de ensaio

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 18 de 29 |

- NBR 14074 Cabos para raios com fibras ópticas (OPGW) para linhas aéreas de transmissão - Requisitos de métodos de ensaio
- NBR 14076 Cabos ópticos – Determinação do comprimento de onda de corte
- NBR 14422 Fibras ópticas – Determinação dos parâmetros geométricos da fibra óptica - Método de ensaio
- NBR 14587- Fibras ópticas – Medição de dispersão de modos de polarização - Parte 1:
1 varredura espectral – Método de ensaio
- NBR 14587- Fibras ópticas – Medição de dispersão de modos de polarização
2 Parte 2: Método interferométrico – Método de ensaio
- NBR 14591 Fibras ópticas – Ciclo térmico - Método de ensaio
- NBR 14603 Amostragem e inspeção em fábrica de fibras ópticas - Procedimento

3.7.2 IEEE

- 1138 Standard for testing and performance for optical ground wire (OPGW) for use on electric utility power lines

3.7.3 ASTM

- A6/A6M Standard specification for general requirements for delivery of rolled structural steel bars, plates, shapes and sheet piling
- A239 Standard practice for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron and steel articles
- A411 Standard specification for zinc-coated (galvanized) low-carbon steel armor wire
- A475 Standard specification for zinc-coated steel wire strand
- B6 Standard specification for zinc
- B233 Standard specification for aluminum 1350 drawing stock for electrical purposes

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 19 de 29 |

- B398/398M Standard specification for aluminum-alloy 6201-T81 wire for electrical purposes
- B415 Standard specification for hard-drawn aluminum – clad steel wire

3.7.4 IEC

- 60468 Method of measurement of resistivity of metallic materials
- 60794-1-1 Optical fibre cables - part 1-1 – generic specification - general
- 60794-1-2 Optical fibre cables - part 1-2 – generic specification – Basic optical of optical cable test procedures – general guidance
- 60794-4 Optical fibre cables - part 4 – sectional specification – aerial optical cables along electrical power lines
- 60794-4-10 Optical fibre cables - part 4-10 - Family specification - Optical Ground Wires (OPGW) along electrical power lines
- 60888 Zinc coated steel wires for stranded conductors
- 61232 Aluminum-clad steel wires for electrical purposes

3.7.5 EIA

- 455-31C Proof testing optical fibers by tension

3.8 ISOLADORES DE VIDRO TEMPERADO OU PORCELANA

3.8.1 ABNT

- NBR 5032 Isoladores para linhas aéreas com tensões acima de 1000 V – isoladores de porcelana ou vidro para sistemas de corrente alternada
- NBR 5426 Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 20 de 29 |

- NBR 5427 Guia para utilização da norma NBR ABNT 5426
- NBR 5429 Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por variáveis
- NBR 5430 Guia para utilização da norma ABNT NBR 5429
- NBR 5601 Aços Inoxidáveis – classificação por composição química
- NBR 6323 Galvanização por imersão a quente de produtos de aço ou ferro fundido - Especificação
- NBR 6915 Aços para forjamento a quente em matriz
- NBR 6916 Ferro fundido nodular ou ferro fundido com grafita esferoidal - Especificação
- NBR 7107 Cupilha para concha de engate concha e bola
- NBR 7108-1 Ferragens integrantes padronizadas de isoladores para cadeia de vidro e de porcelana – Parte 1: Acoplamento tipo concha – bola
- NBR 7109 Isolador de disco de porcelana ou vidro – dimensões e características
- NBR 7215 Cimento Portland – determinação da resistência à compressão
- NBR 7397 Produto de aço e ferro galvanizado por imersão a quente - determinação da massa do revestimento por unidade de área – método ensaio
- NBR 7398 Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - verificação da aderência do revestimento – método ensaio
- NBR 7399 Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo – método ensaio
- NBR 7400 Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - verificação da uniformidade do revestimento – Método de Ensaio
- NBR 7414 Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - terminologia
- NBR 10511 Ensaio de resistência mecânica residual para unidades de cadeia de isolador de cerâmica ou vidro após dano mecânico do dielétrico

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 21 de 29 |

- NBR 10621 Isoladores utilizados em sistemas de alta tensão em corrente alternada – Ensaios de Poluição Artificial
- NBR 15124 Isolador de porcelana ou vidro para tensões acima de 1000 V – ensaio de perfuração sob impulso
- NBR – IEC 60060-1 Técnicas de ensaios elétricos de alta-tensão Parte 1: Definições Gerais e Requisitos de Ensaio
- NBR – IEC 60060-2 Técnicas de ensaios elétricos de alta-tensão Parte 2: Sistemas de medição
- NBR – IEC 60815-1 Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição
Parte 1: Definições, informações e princípios gerais
- NBR – IEC 60815-2 Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição
Parte 2: Isoladores de porcelana e de vidro para sistemas de corrente alternada

3.8.2 IEC

- 60060-1 High voltage test techniques - part 1: general definitions and test requirements
- 60060-2 High voltage test techniques – part 2: measuring systems
- 60120 Dimensions of ball and socket couplings of string insulator units
- 60305 Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1000V – ceramic or glass insulator units for ac systems - characteristics of insulator units of the cap and pin type
- 60372 Locking devices for ball and socket couplings of string insulator units: dimensions and tests
- 60383-1 Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1000 V. Part 1 – ceramic or glass insulator units for a.c. systems – definitions, test

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 22 de 29 |

methods and acceptance criteria

- 60383-2 Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1000 V. Part 2 – insulator strings and insulator sets for a.c. systems – definitions, test methods and acceptance criteria
- 60437 Radio interference test on high-voltage insulators
- TR 60575 Thermal-mechanical performance test and mechanical performance test on string insulator units
- 60672-2 Ceramic and glass insulating materials – part 2: methods of tests
- 60672-3 Ceramic and glass insulating materials – part 3: specifications for individual materials
- TR 60797 Residual strength of string insulator units of glass or ceramic material for overhead lines after mechanical damage of the dielectric
- TS 60815 – Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Parts 1 and 2
- 61211 Insulators of ceramic material or glass for overhead lines with a nominal voltage greater than 1000 V – impulse puncture testing in air
- 61467 Insulators for overhead lines - Insulator strings and sets for lines with a nominal voltage greater than 1 000 V - AC power arc tests

3.8.3 ANSI

- C29.1 Test Methods for electrical power insulators
- C29.2 For insulators wet-process porcelain and toughened glass insulators - suspension type

3.8.4 ASTM

- A153/A153M Standard specification for zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 23 de 29 |

- A239 Standard practice for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles
- B6 Standard specification for zinc
- C150 Standard specification for Portland cement
- C151 Standard test method for autoclave expansion of Hydraulic cement
- D116 Standard test methods for vitrified ceramic materials for electrical applications

3.8.5 NEMA

- 107 Methods of measurement of radio influence voltage (RIV) of high – voltage apparatus

3.9 FERRAGENS PARA FIXAÇÃO DO CONDUTOR E PARA-RAIOS

3.9.1 ABNT

- NBR 5426 Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos
- NBR 5427 Guia para utilização da norma ABNT NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos
- NBR 6323 Galvanização por imersão a quente de produtos de aço ou ferro fundido - Especificação
- NBR 7095 Ferragens eletrotécnicas para linhas de transmissão e subestações de alta tensão e extra alta tensão
- NBR 7107 Cupilha para concha de engate concha e bola
- NBR 7108-1 Ferragens integrantes padronizados de isoladores para cadeia de vidro e de porcelana – Parte 1: Acoplamento tipo concha e bola
- NBR 7397 Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente – determinação da massa do revestimento por unidade de área– Método de Ensaio

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 24 de 29 |

- NBR 7398 Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente – verificação da aderência do revestimento– Método de Ensaio
- NBR 7399 Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente – verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo – Método de ensaio
- NBR 7400 Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - verificação da uniformidade do revestimento – Método de Ensaio
- NBR 7414 Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - Terminologia
- NBR 9893 Cupilha para pinos ou parafusos de articulação – Especificação e Método de Ensaio
- NBR 15237 Esfera de sinalização diurna para linhas aéreas de transmissão de energia elétrica - Especificação

3.9.2 ASTM

- A6/A6M Standard specification for general requirements for rolled structural steel bars, plates, shapes, and sheet piling
- A47/A47M Standard specification for ferritic malleable iron castings
- A48 Standard specification for gray iron castings
- A53/A53M Standard specification for pipe, steel, black and hot-dipped, zinc coated, welded and seamless
- A90/A90M Standard test method for weight (mass) of coating on iron and steel articles with zinc or zinc-alloy coatings
- A123/A123M Standard specification for zinc (hot-dip galvanized) coatings on iron and steel products
- A143 Standard practice for safeguarding against embrittlement of hot-dip galvanized structural steel products and procedure for detecting embrittlement

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 25 de 29 |

- A148/A148M Standard specification for steel castings, high strength, for structural purposes
- A153/A153M Standard specification for zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware
- A239 Standard practice for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles
- A283/A283M Standard specification for low and intermediate tensile strength carbon steel plates
- A307 Standard specification for carbon steel bolts and studs, 60000 psi tensile strength
- A354 Standard specification for quenched and tempered alloy steel bolts, studs, and other externally threaded fasteners
- A370 Standard test methods and definitions for mechanical testing of steel products
- A384 Standard practice for safeguarding against warpage and distortion during hot-dip galvanizing of steel assemblies
- A385/A385M Standard practice for providing high-quality zinc coatings (hot-dip)
- A394 Standard specification for steel transmission tower bolts, zinc-coated and bare
- A411 Standard specification for zinc-coated (galvanized) low-carbon steel armor wire
- A449 Standard specification for Hex Cap Screws, Bolts and Studs, Steel, Heat Treated, 120/105/90 ksi Minimum Tensile Strength, General Use
- A475 Standard specification for zinc-coated steel wire strand
- A536 Standard specification for ductile iron castings
- A563/A563M Standard specification for carbon and alloy steel nuts
- B6 Standard specification for zinc
- B26/B26M Standard specification for aluminum-alloy sand castings

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 26 de 29 |

- B85 Standard specification for aluminum-alloy die castings
- B193 Standard test method for resistivity of electrical conductor materials
- B209/B209M Standard specification for aluminum and aluminum-alloy sheet and plate
- B210/B210M Standard specification for aluminum and aluminum-alloy drawn seamless tubes
- B211/B211M Standard specification for aluminum and aluminum-alloy rolled or cold-finished bar, rod and wire
- B221/B221M Standard specification for aluminum and aluminum-alloy extruded bars, rods, wire, profiles and tubes
- B233 Standard specification for aluminum 1350 drawing stock for electrical purposes
- B487 Standard test method for measurement of metal and oxide coating thickness by microscopical examination of a cross section
- B499 Standard test method for measurement of coating thicknesses by the magnetic method: nonmagnetic coatings on magnetic basis metals
- B504 Standard test method for measurement of thickness of metallic coatings by the coulometric method
- D256 Standard test methods for determining the izod pendulum impact resistance of plastics
- D3359 Standard test methods for measuring adhesion by tape test
- E155 Standard reference radiographs for inspection of aluminum and magnesium castings
- E709 Standard guide for magnetic particle testing

3.9.3 IEC

- 60120 Dimensions of ball and socket couplings of string insulator units
- 60372 Locking devices for ball and socket couplings of string insulator units:

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 27 de 29 |

dimensions and tests

- 60437 Radio interference test on high-voltage insulators
- 61284 Overhead lines - requirements and tests for fittings
- 61467 Insulators for overhead lines - Insulator strings and sets for lines with a nominal voltage greater than 1.000 V - AC power arc tests
- 61854 Overhead lines – requirements and tests for spacers
- 61897 Overhead lines – requirements and tests for Stockbridge type aeolian vibration dampers

3.9.4 ASME

- B1.1 Unified inch screw threads (UN and UNR thread form)
- B1.13M Metric screw threads: M profile
- B18.2.1 Square and hex Heavy Hex, and Askew Head Bolts and Hex, Heavy Hex, Hex Flange, Lobed Head, and Lag screws (inch series)
- B18.2.2 Nuts for General Applications: Machine Screw Nuts, Hex, Square and Hex flange, and Coupling Nuts (Inch Series)
- B18.2.3 Metric hex bolts
- B18.2.4 Metric hex nuts
- B18.5 Round head bolts
- B18.21.2 Lock washers
- B18.22 Plain washers

3.9.5 ANSI

- C29-1 Test methods for standard for electrical power insulators

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 28 de 29 |

3.9.6 ISO

- 261 General purpose metric screw threads - general plan
- 898-1/2 Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel – Parts 1 and 2
- 965-1/2/3/4/5 General purpose metric screw threads – tolerances parts 1, 2, 3, 4 and 5
- 4016 Hexagon head bolts - product grade C
- 4034 Hexagon nuts – product grade C
- 4759-1 Tolerances for fasteners part 1 - bolts, screws, studs and nuts – product grades A, B and C
- 7091 Plain washers – normal series - product grade C

3.9.7 NEMA

- C119.4 Connectors for Use between Aluminum-to-Aluminum and Aluminum-to-Copper Conductors Designed for Normal Operation at or Below 93 °C and Copper-to-Copper Conductors Designed for Normal Operation at or Below 100 °C
- 107 Methods of measurement of radio influence voltage (RIV) of high – voltage apparatus

3.9.8 IEEE

- 31TP65-156 Standardization of Conductor Vibration Measurements
- 563 Guide on Conductor Self-Damping Measurements

| | |
|--|-------------------------|
| LT 525 kV (CS) AREIA - JOINVILLE SUL C1, LT 525 kV (CS) JOINVILLE SUL - ITAJAÍ 2 C1 E LT 525 kV (CS) ITAJAÍ 2 – BIGUAÇU C1 | LT-L-GERAL-RP-A4-1002-B |
| NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS | Rev. 0 |
| | Folha 29 de 29 |