



00	01/07/2019	Aprovado	ET	BP
0C	28/06/2019	Revisado conforme comentários da NEOENERGIA	ET	BP
0B	13/06/2019	Revisado conforme comentários da NEOENERGIA	ET	BP
0A	24/05/2019	Emissão Inicial	ET	BP
<i>Rev.</i>	<i>Data</i>	<i>Descrição</i>	<i>Por</i>	<i>Aprov.</i>
		<i>Nome da Obra</i> <b>LT 525 kV POVO NOVO – GUAÍBA 3 C3</b> <b>LT 525 kV CAPIVARI DO SUL - SIDERÓPOLIS 2 C1</b>		
<b>EKTT 05</b> Serviços de Transmissão de Energia Elétrica SPE S.A.				
<b>EKTT 05</b> Serviços de Transmissão de Energia Elétrica SPE S.A.		<i>Título do Documento</i> <b>ESPECIFICAÇÃO PARA FORNECIMENTO DE FERRAGENS E ACESSÓRIOS</b>		
<i>Projeto</i>	Estefânia Teixeira	24/05/19	<i>Sit. Proj.</i>	<i>Class.Proj.</i> Eletromecânico
<i>Aprovação</i>	Bruno Perro	24/05/19	<i>Nº Contratada</i>	3.61.15-A4-008 <i>Rev.</i> 00
<i>Responsável</i>	Rodrigo Noel CREA 2005104351	24/05/19	<i>Nº NEOENERGIA</i>	LT-L-GERAL-ET-A4-0007 <i>ESC.</i> <i>Folha Página 1 de 69</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>ITENS DO FORNECIMENTO</b>	<b>5</b>
<b>2.1</b>	<b>Cadeias de Fixação dos Cabos Condutores</b>	<b>5</b>
<b>2.2</b>	<b>Ferragens para Fixação dos Cabos Para-Raios</b>	<b>6</b>
<b>2.3</b>	<b>Acessórios</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>NORMAS APLICÁVEIS</b>	<b>6</b>
<b>3.1</b>	<b>ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas</b>	<b>7</b>
<b>3.2</b>	<b>ASTM – American Society for Testing and Materials</b>	<b>8</b>
<b>3.3</b>	<b>ANSI – American National Standards Institute</b>	<b>11</b>
<b>3.4</b>	<b>IEC – International Electrotechnical Commission</b>	<b>11</b>
<b>3.5</b>	<b>NEMA – National Electrical Manufacturers Association</b>	<b>12</b>
<b>3.6</b>	<b>ISO – International Organization For Standardization</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>REQUISITOS PARA PROJETO</b>	<b>13</b>
<b>4.1</b>	<b>Condições Gerais</b>	<b>13</b>
<b>4.2</b>	<b>Ferragens para Cadeias dos Condutores e dos Cabos Para-Raios</b>	<b>16</b>
<b>4.3</b>	<b>Balancins</b>	<b>17</b>
<b>4.4</b>	<b>Grampos de Suspensão</b>	<b>18</b>
<b>4.5</b>	<b>Grampos de Ancoragem</b>	<b>20</b>
<b>4.6</b>	<b>Ferragens para Conexões Concha-Bola</b>	<b>21</b>
<b>4.7</b>	<b>Anéis Anticorona</b>	<b>22</b>
<b>4.8</b>	<b>Armaduras Pré-Formadas</b>	<b>22</b>
<b>4.9</b>	<b>Pesos Adicionais</b>	<b>23</b>
<b>4.10</b>	<b>Emendas dos Cabos</b>	<b>23</b>
<b>4.11</b>	<b>Composto Antioxidante</b>	<b>24</b>
<b>4.12</b>	<b>Reparos Preformados</b>	<b>25</b>
<b>4.13</b>	<b>Dispositivos de Sinalização Aérea</b>	<b>25</b>
<b>4.14</b>	<b>Matrizes</b>	<b>26</b>
<b>4.15</b>	<b>Ferragens para Aterramento dos Cabos Para-Raios</b>	<b>26</b>

<b>Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios</b>	<b>Número documento</b>
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 2 de 69

<b>4.16</b>	<b>Ferragens para Aterramento das Estruturas</b>	<b>26</b>
<b>4.17</b>	<b>Ferragens para Fixação dos Estais</b>	<b>27</b>
<b>4.18</b>	<b>Hastes de Âncora e Acessórios</b>	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>FABRICAÇÃO DAS FERRAGENS</b>	<b>28</b>
<b>5.1</b>	<b>Marcação</b>	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA</b>	<b>30</b>
<b>6.1</b>	<b>Desenhos dos Conjuntos Completos</b>	<b>30</b>
<b>6.2</b>	<b>Desenhos dos Componentes</b>	<b>31</b>
<b>6.3</b>	<b>Desenhos dos Grampos de Suspensão</b>	<b>31</b>
<b>6.4</b>	<b>Desenhos dos Grampos de Ancoragem e Luvas de Emenda a Compressão</b>	<b>31</b>
<b>6.5</b>	<b>Desenhos das Armaduras, Emendas e Reparos Preformados</b>	<b>31</b>
<b>6.6</b>	<b>Desenhos dos Componentes Tipo Concha e Bola</b>	<b>32</b>
<b>6.7</b>	<b>Hastes de Aterramento e Luva de Emenda</b>	<b>32</b>
<b>6.8</b>	<b>Conectores de Aterramento</b>	<b>32</b>
<b>6.9</b>	<b>Ferragens para os Estais</b>	<b>32</b>
<b>6.10</b>	<b>Hastes de Âncora e Acessórios</b>	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>EMBALAGEM E EMBARQUE</b>	<b>33</b>
<b>8</b>	<b>INSPEÇÃO E ENSAIOS</b>	<b>34</b>
<b>8.1</b>	<b>Ensaio de Tipo</b>	<b>34</b>
<b>8.1.1</b>	<b>Ensaio de Corona Visual e RIV</b>	<b>35</b>
<b>8.1.2</b>	<b>Ensaio de Arco de Potência</b>	<b>40</b>
<b>8.1.3</b>	<b>Ensaio de Ciclo Térmico</b>	<b>42</b>
<b>8.1.4</b>	<b>Ensaio de Carga de Escorregamento</b>	<b>42</b>
<b>8.1.5</b>	<b>Ensaio de Resistência à Ruptura</b>	<b>43</b>
<b>8.1.6</b>	<b>Ensaio de Carga Cíclica do Conjunto de Fixação dos Estais</b>	<b>44</b>
<b>8.1.7</b>	<b>Ensaio de Vibração dos Conjuntos de Fixação dos Estais</b>	<b>44</b>
<b>8.1.8</b>	<b>Ensaio nas Cadeias em V e Ancoragem</b>	<b>44</b>
<b>8.1.9</b>	<b>Ensaio das Esferas de Sinalização</b>	<b>45</b>
<b>8.2</b>	<b>Ensaio de Rotina</b>	<b>45</b>
<b>8.2.1</b>	<b>Peças Forjadas</b>	<b>45</b>
<b>8.2.2</b>	<b>Peças Fundidas</b>	<b>46</b>
<b>8.2.3</b>	<b>Chapas e Perfis Laminados</b>	<b>46</b>
<b>8.2.4</b>	<b>Partes Não Metálicas</b>	<b>46</b>
<b>8.2.5</b>	<b>Inspeção por Partículas Magnéticas</b>	<b>46</b>

<b>Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios</b>	<b>Número documento</b>
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 3 de 69

<b>8.2.6</b>	<b>Inspeção Radiográfica</b>	<b>47</b>
<b>8.3</b>	<b>Ensaio de Recebimento</b>	<b>47</b>
<b>8.3.1</b>	<b>Zincagem</b>	<b>48</b>
<b>8.3.2</b>	<b>Resistência Mecânica à Ruptura</b>	<b>48</b>
<b>8.3.3</b>	<b>Cupilhas dos Engates Concha-Bola</b>	<b>49</b>
<b>8.3.4</b>	<b>Hastes de Aterramento</b>	<b>50</b>
<b>8.3.5</b>	<b>Esferas de Sinalização</b>	<b>50</b>
<b>8.3.6</b>	<b>Acabamento, Encaixe e Dimensões</b>	<b>50</b>
<b>8.3.7</b>	<b>Embalagens</b>	<b>50</b>
<b>8.4</b>	<b>Relatórios de Ensaio</b>	<b>51</b>
<b>9</b>	<b>INFORMAÇÕES A SEREM FORNECIDAS PELO FORNECEDOR</b>	<b>52</b>
<b>10</b>	<b>GARANTIA</b>	<b>52</b>
<b>ANEXO I</b>	<b>CADEIA DE SUSPENSÃO I SIMPLES PARA CABO CAL 1120 – 998,7 kCM - 210 kN</b>	<b>54</b>
<b>ANEXO II</b>	<b>CADEIA DE SUSPENSÃO I SIMPLES PARA CABO CAL 1120 – 998,7 kCM - 240 kN</b>	<b>56</b>
<b>ANEXO III</b>	<b>CADEIA DE SUSPENSÃO V 110° SIMPLES PARA CABO CAL 1120 – 998,7 kCM – 210 kN</b>	<b>58</b>
<b>ANEXO IV</b>	<b>CADEIA DE SUSPENSÃO V 110° SIMPLES PARA CABO CAL 1120 – 998,7 kCM – 240 kN</b>	<b>60</b>
<b>ANEXO V</b>	<b>CADEIA JUMPER I SIMPLES PARA CABO CAL 1120 – 998,7 kCM - 120 kN</b>	<b>62</b>
<b>ANEXO VI</b>	<b>CADEIA DUPLA DE ANCORAGEM PARA CABO CAL 1120 – 998,7 kCM – 2 X 240 kN</b>	<b>64</b>
<b>ANEXO VII</b>	<b>FERRAGENS PARA FIXAÇÃO DO CABO PARA-RAIOS CAA DOTTEREL</b>	<b>66</b>
<b>ANEXO VIII</b>	<b>FERRAGENS PARA FIXAÇÃO DO CABO PARA-RAIOS DE AÇO 3/8" EHS</b>	<b>68</b>

<b>Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios</b>	<b>Número documento</b>
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 4 de 69

## 1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica tem por objetivo apresentar os elementos técnicos necessários para o fornecimento das ferragens eletrotécnicas componentes das cadeias de fixação dos cabos condutores, dos conjuntos de fixação dos cabos para-raios e dos respectivos acessórios a serem instalados nas seguintes linhas de transmissão:

- LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3;
- LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1.

## 2 ITENS DO FORNECIMENTO

Deverá ser previsto o fornecimento dos seguintes conjuntos de materiais.

### 2.1 Cadeias de Fixação dos Cabos Condutores

Descrição	Estruturas de Aplicação
Cadeia de suspensão I simples para cabo CAL 1120 – 998,7 kCM, com carga de ruptura de 210 kN	KSEL, KSSL e KSTR
Cadeia de suspensão I simples para cabo CAL 1120 – 998,7 kCM, com carga de ruptura de 240 kN.	KSEP e KSSP
Cadeia de suspensão V-110° simples para cabo CAL 1120 – 998,7 kCM, com carga de ruptura de 210 kN	KSEL, KSSL e KSTR
Cadeia de suspensão V-110° simples para cabo CAL 1120 – 998,7 kCM, com carga de ruptura de 240 kN	KSEP e KSSP
Cadeia Jumper I simples para cabo CAL 1120 – 998,7 kCM, com carga de ruptura de 120 kN	KSA1, KSA2 e KSAT
Cadeia dupla de ancoragem para cabo CAL 1120 – 998,7 kCM, com carga de ruptura de 480 kN	KSA1, KSA2 e KSAT

Nota:

1 – As cadeias de ancoragem devem permitir ou possuir acessórios que permitam a inversão do sentido das pencas de isoladores.

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 5 de 69

## 2.2 Ferragens para Fixação dos Cabos Para-Raios

Item	Descrição	Unidade	Estrutura de Aplicação
1	Conjunto de suspensão para cabo para-raios CAA extra forte – Dotterel	cj	KSEL, KSEP, KSSL, KSTR e KSSP
2	Conjunto de suspensão para cabo para-raios de aço galvanizado EAR 3/8” (Φ 9,14 mm)	cj	KSEL, KSEP, KSSL, KSTR e KSSP
3	Conjunto de suspensão para cabo para-raios OPGW	cj	KSEL, KSEP, KSSL, KSTR e KSSP
4	Conjunto de ancoragem para cabo para-raios CAA extra forte – Dotterel	cj	KSA1, KSA2 e KSAT
5	Conjunto de ancoragem para cabo para-raios de aço galvanizado EAR 3/8” (Φ 9,14 mm)	cj	KSA1, KSA2 e KSAT
6	Conjunto de ancoragem para cabo para-raios OPGW	cj	KSA1, KSA2 e KSAT

## 2.3 Acessórios

Item	Descrição	Unidade
1	Luva de emenda para cabo CAL 1120 – 998,7 kCM	pç
2	Luva de emenda para cabo CAA extra forte Dotterel	pç
3	Luva de emenda para cabo de aço galvanizado EAR 3/8” (Φ 9,14 mm)	pç
4	Reparo para cabo CAL 1120 – 998,7 kCM	pç
5	Reparo para cabo CAA extra forte Dotterel	pç
6	Jogo de matrizes para compressão do cabo CAL 1120 – 998,7 kCM	cj
7	Jogo de matrizes para compressão do cabo CAA extra forte Dotterel	cj
8	Jogo de matrizes para compressão do cabo de aço galvanizado EAR 3/8” (Φ 9,14 mm)	cj
9	Ferragens para fixação dos estais	cj
10	Hastes de âncora e acessórios	cj
11	Ferragens para aterramento dos cabos para-raios e das estruturas	cj

## 3 NORMAS APLICÁVEIS

Os isoladores deverão ser fornecidos de acordo com os requisitos desta Especificação Técnica e com as normas abaixo relacionadas, em suas mais recentes revisões aprovadas.

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 6 de 69

### 3.1 ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

<b>NBR 5426:1989</b>	Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimento
<b>NBR 5427:1989</b>	Guia para a utilização da norma NBR 5426 - Procedimento
<b>NBR 6323:2016</b>	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – Especificação
<b>NBR 7095:1981</b>	Ferragens eletrotécnicas para linhas de transmissão e subestações de alta tensão e extra-alta tensão
<b>NBR 7107:2010</b>	Cupilha para concha de engate concha e bola
<b>NBR 7108-1:2011</b>	Ferragens integrantes padronizadas de isoladores para cadeia de vidro e de porcelana - Parte 1: Acoplamento tipo concha e bola
<b>NBR 7108-2:2012</b>	Ferragens integrantes padronizadas de isoladores para cadeia de vidro e de porcelana - Parte 2: Engate tipo garfo e olhal
<b>NBR 7397:2016</b>	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio
<b>NBR 7398:2015</b>	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio
<b>NBR 7399:2015</b>	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - Método de ensaio
<b>NBR 7400:2016</b>	Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio
<b>NBR 7414:2015</b>	Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - Terminologia
<b>NBR 9893:2014</b>	Cupilha para pinos ou parafusos de articulação - Especificação
<b>NBR 13571:1996</b>	Haste de aterramento aço-cobreada e acessórios - Especificação

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 7 de 69

**NBR 15237:2005** Esfera de sinalização diurna para linhas aéreas de transmissão de energia elétrica – Especificação

**NBR 16063:2012** Isoladores para linhas aéreas para tensões acima de 1000 V — Ensaio de arco de potência em cadeias de isoladores e em arranjos reduzidos

### 3.2 **ASTM – American Society for Testing and Materials**

**A6/A6M:2017** Standard specification for general requirements for delivery of rolled structural steel bars, plates, shapes, sheet piling

**A47/A47M:2018** Standard specification for malleable iron castings

**A48/A48M:2016** Standard specification for gray iron castings

**A53/A53M:2018** Standard specification for pipe, steel, black and hot-dipped zinc coated, welded and seamless

**A90/A90M:2018** Standard test method for weight (mass) of coating on iron and steel articles with zinc or zinc-alloy coatings

**A123/A123M:2017** Standard specification for zinc (hot-dip galvanized) coatings on iron and steel products

**A143:2014** Standard practice for safeguard against embrittlement of hot-dip galvanized structural steel products and procedure for detecting embrittlement

**A148/148M:2015** Standard specification for steel castings, high strength, for structural purposes

**A153/A153M:2016** Standard specification for zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware

**A283/A283M:2018** Standard specification for low and intermediate tensile strength carbon steel plates

**A307:2014** Standard specification for carbon steel bolts and studs, 60000 psi tensile strength

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 8 de 69



<b>A354:2017</b>	Standard specification for quenched and tempered alloy steel bolts and studs, and other externally threaded fasteners
<b>A370:2018</b>	Standard test methods and definitions for mechanical testing of steel products
<b>A384:2013</b>	Standard practice for safeguarding against warpage and distortion during hot-dip galvanizing of steel assemblies
<b>A385:2017</b>	Standard practice for providing high quality zinc coatings (hot-dip)
<b>A394:2015</b>	Standard test method for steel transmission tower bolts, zinc-coated and bare
<b>A411:2017</b>	Standard specification for zinc-coated (galvanized) low carbon steel armor wire
<b>A438:1997</b>	Standard test method of transverse test of gray cast iron
<b>A449:2014</b>	Standard specification for hex cap screws, bolts and studs, steel, heat treated, 120/105/90 ksi minimum tensile strength, general use
<b>A475:2014</b>	Standard specification for zinc-coated steel wire strand
<b>A536:2019</b>	Standard specification for ductile iron castings
<b>A563:2015</b>	Standard specification for carbon and alloy steel nuts
<b>A668:2019</b>	Standard specification for steel forgings, carbon and alloy, for general industrial use
<b>B6:2018</b>	Standard specification for zinc
<b>B26/B26M:2018</b>	Standard specification for aluminum-alloy sand castings

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 9 de 69

<b>B85:2018</b>	Standard specification for aluminum-alloy die castings
<b>B117:2018</b>	Standard practice for operating salt spray (fog) apparatus
<b>B154:2016</b>	Standard test method for mercurous nitrate test for copper and copper alloys
<b>B193:2016</b>	Standard test method for resistivity of electrical conductor materials
<b>B201:2019</b>	Standard practice for testing chromate coatings on zinc and cadmium surfaces
<b>B210:2019</b>	Standard specification for aluminum and aluminum-alloy drawn seamless tubes
<b>B211:2019</b>	Standard specification for aluminum and aluminum-alloy rolled or cold finished bar, rod, and wire
<b>B221:2014</b>	Standard specification for aluminum and aluminum-alloy extruded bars, rods, wire, profiles and tubes
<b>B233:2016</b>	Standard specification for aluminum 1350 drawing stock purposes
<b>B242:2014</b>	Standard guide for preparation of high-carbon steel for electroplating
<b>B368:2014</b>	Standard test method for copper-accelerated acetic acid-salt spray (fog) testing (CASS test)
<b>B487:2013</b>	Standard test method for measurement of metal and oxide coating thickness by microscopical examination of cross section
<b>B499:2014</b>	Standard test method for measurement of coating thickness by the magnetic method: Nonmagnetic coatings on magnetic basis metals
<b>B504:2017</b>	Standard test method for measurement of thickness of metallic coatings by the coulometric method

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 10 de 69

<b>B530:2014</b>	Standard test method for measurement of coating thickness by the magnetic method: Electrodeposited nickel coatings on magnetic and non-magnetic substrates
<b>D395:2018</b>	Standard test method for rubber property - Compression set
<b>D412:2016</b>	Standard test method for vulcanized rubber and thermoplastic elastomers - Tension
<b>D575:2018</b>	Standard test method for rubber property in compression
<b>D624:2012</b>	Standard test method for tear strength of conventional vulcanized rubber and thermoplastic elastomers
<b>D945:2016</b>	Standard test method for rubber properties in compression or shear (mechanical oscillograph)
<b>D1149:2018</b>	Standard test method for rubber deteriorating - Cracking in an ozone controlled environment
<b>E155:2015</b>	Standard reference radiographs for inspection of aluminum and magnesium castings
<b>E709:2015</b>	Standard guide for magnetic particle testing

### 3.3 ANSI – American National Standards Institute

<b>C29.1:2002</b>	Standard for electrical power insulators – Test methods
<b>C29.2:2012</b>	Standard for insulators – Wet process porcelain and toughened glass insulators – Suspension type

### 3.4 IEC – International Electrotechnical Commission

<b>60120:1984</b>	Dimensions of ball and socket couplings of string insulator units
<b>60372:1984</b>	Locking devices for ball and socket couplings of string insulator units – dimensions and tests
<b>60437:1997</b>	Radio interference test on high-voltage insulators

<b>Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios</b>	<b>Número documento</b>
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 11 de 69

- 61284:1997** Overhead lines – requirements and tests for fittings
- 61854:1998** Overhead lines – requirements and tests for spacers
- 61897:1998** Overhead lines – requirements and tests for Stockbridge type Aeolian vibration dampers

### 3.5 NEMA – National Electrical Manufacturers Association

- C119.4:2016** Electric connectors – connectors to use between aluminum-to-aluminum or aluminum-to-copper bare overhead conductors
- 107:2017** Methods of measurement of radio influence voltage (RIV) of high voltage apparatus

### 3.6 ISO – International Organization For Standardization

- 261:1998** General purpose metric bolt threads – General plan
- 898-1:2013** Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel-- Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes -- Coarse thread and fine pitch thread
- 898-2:2012** Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel - Part 2: Nuts with specified property classes - Coarse thread and fine pitch thread
- 965-1:2013** General purpose metric screw threads – Tolerances - Part 1: Principles and basic data.
- 965-2:1998** General purpose metric screw threads - Tolerances - Part 2: Limits of sizes for general purpose external and internal screw threads - Medium quality
- 965-3:1998** General purpose metric screw threads - Tolerances - Part 3: Deviations for constructional screw threads
- 965-4:1998** General purpose metric screw threads – Tolerances - Part 4: Limits of sizes for hot-dip galvanized external screw threads to mate with internal screw threads tapped with tolerance position H or G after galvanizing

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 12 de 69

<b>965-5:1998</b>	General purpose metric screw threads -- Tolerances-- Part 5: Limits of sizes for internal screw threads to mate with hot-dip galvanized external screw threads with maximum size of tolerance position h before galvanizing
<b>4016:2011</b>	Hexagon head bolts – product grade C
<b>4034:2012</b>	Hexagon regular nuts (style 1) – product grade C
<b>4759-1:2000</b>	Tolerances for fasteners – bolts, studs and nuts – product grades A, B and C
<b>7091:2000</b>	Plain Washers – Normal series – Product grade C

## **4 REQUISITOS PARA PROJETO**

### **4.1 Condições Gerais**

Os requisitos indicados a seguir aplicam-se a todos os componentes das cadeias para os condutores e cabos para-raios, aos acessórios para os condutores e cabos para-raios, aos conjuntos de fixação dos estais, às hastes de âncora e acessórios e às ferragens para aterramento das estruturas e cabos para-raios. O material a ser fornecido deverá ser projetado e fabricado de acordo com a técnica mais recente para materiais de linhas de transmissão em alta e extra alta tensão, permitindo fácil montagem e desmontagem com ferramentas comuns.

As cadeias deverão ser constituídas por ferragens interligadas entre si de tal forma que, nos vínculos resultantes, não ocorram contatos pontuais, nem folgas excessivas nas ligações e não sejam introduzidos esforços de flexão tanto nas ferragens como nos isoladores.

As cadeias deverão ser projetadas de maneira a facilitar as atividades de manutenção com linha energizada, tanto para trabalho à distância como ao potencial. Os procedimentos previstos para estes trabalhos deverão ser coordenados com um FORNECEDOR tradicional de equipamentos para manutenção com linha energizada.

Estas ferragens deverão ser projetadas para utilização de matrizes hexagonais, que deverão exercer uma pressão uniforme, evitando concentração de esforços nas extremidades. As áreas a serem comprimidas deverão ser claramente indicadas. Os materiais empregados deverão apresentar dureza e coeficiente de dilatação térmica semelhantes às dos materiais nos quais serão comprimidos. O composto antioxidante eventualmente necessário nestas ferragens deverá ser fornecido junto com as mesmas e possuir as seguintes características principais:

- Ser inofensivo (não tóxico), quando em contato direto com a pele;
- Ser quimicamente inerte;

<b>Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios</b>	<b>Número documento</b>
<b>LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1</b>	Rev. 00
	Folha 13 de 69

- Manter a viscosidade de 0 a 100°C e ser insolúvel na água;
- Ser inibidor de oxidação;
- Proporcionar boa conexão elétrica.

A compressão destas ferragens deverá ser feita por meio de compressores hidráulicos. O Fornecedor das mesmas deverá indicar os tipos de compressores e matrizes adequados para os conjuntos propostos, bem como fornecer manual com as instruções para sua operação.

As matrizes deverão ser de aço SAE 4340 ou outro material adequado, temperado e revenido.

As peças roscadas deverão possuir dispositivos que não permitam o afrouxamento das porcas que tenham função de aperto. Os parafusos que estiverem situados em locais eletricamente críticos propiciando a ocorrência de efeito corona deverão ser adequadamente protegidos por acessórios que lhes forneçam uma blindagem adequada. As roscas deverão ser especificadas no sistema métrico.

Os pinos de engate que, por sua posição nos conjuntos, possam sofrer esforços longitudinais ou desgaste excessivo do contrapino, deverão ser fornecidos com porca e contrapino. Todos os pinos que utilizarem apenas contrapinos deverão ser providos de arruelas lisas. Deverão ser utilizadas arruelas sempre que houver contato entre peças de alumínio e aço. Deverão ser utilizadas arruelas de pressão nos casos de parafusos de aço com porcas exercendo pressão sobre peças de alumínio. Os parafusos e pinos aparafusados deverão ter cabeças hexagonais com porcas hexagonais. Todas as ligações aparafusadas deverão possuir dispositivo de travamento.

Todo cuidado deverá ser tomado no projeto dos diversos itens no sentido de serem evitados pontos ou áreas que produzam concentrações de tensões de natureza mecânica e/ou elétrica. Deverão ser evitados cantos vivos e variações bruscas dos raios de curvatura. As concordâncias entre superfícies deverão ser suaves e uniformes.

Os contrapinos e cupilhas utilizados nas ferragens deverão ser projetados de forma a tornar desnecessário dobrar suas pontas após a instalação, bem como ficarem adequadamente protegidos para não gerar pontos de corona com tensões normais de operação. Conforme o caso, deverão satisfazer os requisitos das Normas ABNT NBR-7107 (cupilhas para conchas) ou da NBR-9893 (cupilhas para parafusos).

Os contrapinos e cupilhas deverão ser de aço inoxidável AISI 302 ou 304.

O comprimento roscado dos parafusos e a posição dos contrapinos devem ser determinados de forma que, com o parafuso submetido às cargas normais de trabalho e a cabeça do mesmo em contato com a manilha (ou garfo), sejam verificadas as seguintes condições:

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 14 de 69

- a) A porca não deverá entrar em contato com a manilha (ou garfo) quando atarraxada até o final da parte rosqueada do parafuso;
- b) Com a porca em contato com o contrapino a distância entre esta e a manilha (ou garfo) não deverá ser superior a 6 mm.

Os contrapinos utilizados nos pinos e parafusos deverão ser feitos de fio de aço inoxidável AISI 301, 302 ou 304, estirado a frio, seção meia cana. Deverão ser do tipo autotravante, não necessitando ter as pontas dobradas após a instalação.

Os parafusos dos conectores tipo garfo-Y poderão ter cabeça redonda desde que sua altura seja 10 mm, no mínimo, e seu diâmetro 1,5 vezes, no mínimo, o diâmetro nominal do parafuso. A área de aplicação da carga deve coincidir com a parte central do parafuso. A curvatura do parafuso deve ser uniforme e alinhada com o eixo do furo do garfo. As faces internas das porcas e das cabeças dos parafusos devem ficar paralelas às faces do garfo (ângulo do Y = 45°).

As dimensões internas dos garfos, olhais e furos, bem como a espessura e/ou diâmetro das ferragens componentes dos diversos conjuntos, deverão apresentar, após a zincagem, uma tolerância máxima de  $\pm 0,5$  mm.

A folga entre furos e respectivos parafusos ou pinos deverá ser inferior, ou no máximo igual, a 2 mm. A folga entre a abertura dos garfos e a espessura dos olhais ou elos deverá ser inferior, ou no máximo igual, a 4 mm.

Soldas deverão ser evitadas só podendo ser utilizadas quando imprescindíveis e aprovadas pela CONTRATANTE.

Não será permitida a utilização de solda em nenhuma peça que suporte os carregamentos principais a menos que previamente autorizado pela CONTRATANTE. As soldas, quando necessárias, deverão ser claramente indicadas nos desenhos. Os desenhos deverão fornecer as dimensões das soldas, tipo e diâmetro do eletrodo e método e temperatura utilizados no processo de soldagem. Todas as soldas eventualmente utilizadas deverão ser projetadas de acordo com as recomendações da norma AWS D1-1.

Todas as peças de material ferroso deverão ser zincadas por imersão a quente e atender as exigências constantes das normas ASTM A123, A143, A153, A411 e A475, conforme aplicável. As peças zincadas às quais se aplica a norma ASTM A153 deverão ser enquadradas nas subclasses dessa norma como indicado a seguir:

- a) Classe A: peças de aço fundido e ferro maleável.
- b) Classe B: peças de aço forjado, laminados e prensados.
- c) Classe C: parafusos e porcas com diâmetro superior a 9,5 mm e arruelas com espessura igual ou superior a 4,8 mm.

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 15 de 69

- d) Classe D: parafusos e porcas com diâmetro igual ou inferior a 9,5 mm e arruelas com espessura inferior a 4,8 mm.

Todas as ferragens fabricadas com materiais ferrosos (aço ou ferro fundido) deverão ser galvanizadas, de acordo com o prescrito na Norma ABNT NBR-7095.

As peças fabricadas com materiais ferrosos deverão estar isentas de rebarbas antes das operações de galvanização. O acabamento dos diversos componentes das cadeias deverá ser tal que não provoque danos elétricos ou mecânicos às mesmas e ser idêntico ao de protótipos utilizados nos ensaios de tipo.

As ferragens e acessórios situados no lado energizado das cadeias ou sobre os condutores deverão:

- a) Ter superfícies externas perfeitamente lisas, arestas e quinas arredondadas e utilizar parafusos e porcas com bordas arredondadas; os filetes das roscas exteriores às porcas deverão ser devidamente protegidos;
- b) Suportar as temperaturas de longa e curta duração, 67°C e 71°C respectivamente, durante toda a vida útil da LT sem perda de suas características elétricas e mecânicas.

Todas as cadeias e acessórios dos condutores deverão atender o desempenho de corona e RIV e resistir a arcos de potência, conforme o exposto no Item 8.1 desta Especificação Técnica.

#### 4.2 Ferragens para Cadeias dos Condutores e dos Cabos Para-Raios

Os componentes das cadeias dos condutores e dos cabos para-raios, exceto grampos de suspensão e ancoragem, poderão ser fabricados em aço forjado ou, alternativamente, em ferro fundido maleável ou ferro nodular. Todo material ferroso deverá ser zincado por imersão a quente.

As armaduras pré-formadas deverão ser consideradas como parte integrante das cadeias de suspensão dos condutores e dos cabos para-raios.

As cadeias de suspensão e passagem deverão atender o desempenho especificado para corona, RIV e arcos de potência, inclusive com o anel anticorona no caso da cadeia V.

Os grampos de suspensão, com os parafusos de fixação da calha apertados com o torque recomendado pelo FORNECEDOR, devem ter uma resistência ao escorregamento igual a, no mínimo, 25% da carga de ruptura do cabo ao qual se destinam. Além disso, os grampos devem ser projetados de modo que o ângulo de saída dos cabos, em ambos os lados, seja  $\geq 15^\circ$ .

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 16 de 69



Os conjuntos de ferragens das cadeias deverão ter quantidade mínima de peças sem diminuir sua mobilidade transversal e longitudinal sob as diversas oscilações mecânicas dos cabos.

As ferragens para as cadeias dos condutores deverão incluir todos os grampos, conectores, balancins, manilhas, mancais, pinos, parafusos e dispositivos de travamento necessários para conexão dos condutores aos isoladores e destes às peças de engate nas estruturas.

As cadeias de ancoragem e a de suspensão V 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. Os anéis ou raquetes deverão ser dimensionados considerando os requisitos de arco de potência.

A distribuição de potencial resultante deverá ser tal que as tensões aplicadas ao primeiro e segundo isoladores do lado sob tensão sejam, no máximo, 10,5% (55 kV) e 9,0% (47 kV) da tensão nominal fase-terra da linha, respectivamente.

Os conjuntos de ferragens dos cabos para-raios deverão incluir todos os grampos, conectores, manilhas, pinos, parafusos e dispositivos de travamento necessários para a conexão dos para-raios às peças de engate nas estruturas. Os componentes para aterramento dos cabos para-raios deverão ser considerados como parte integrante do conjunto de ferragens de suspensão e de ancoragem desses cabos.

### 4.3 Balancins

Os balancins das cadeias dos condutores poderão ser fabricados em aço forjado ou chapa de aço cortada ou cantoneiras, zincados a quente. Todos os balancins deverão ter entalhes e furos que facilitem as operações de manutenção em linha viva.

Os balancins devem ter entalhes e furos que facilitem as operações de manutenção em linha viva e para a instalação de raquetes e anéis, quando necessário. Deve-se observar os limites de resistência mecânica dos furos, suas distâncias até as bordas das chapas e seus diâmetros corretos de acordo com os parafusos ou pinos que os atravessam. Os furos para fixação de conectores tipo garfo – Y deverão ter superfície interna arredondada para permitir um encaixe adequado com a curvatura do parafuso do garfo.

Os balancins das cadeias de suspensão e passagem deverão ser projetados visando:

- a) Reduzir a distância entre o pino do último isolador e os condutores;
- b) Apresentar furos para fixação das roldanas de lançamento dos condutores em feixe quádruplo com a mesma carga de ruptura mínima garantida da cadeia à qual pertence o balancim;

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 17 de 69

- c) Permitir a fixação de pesos adicionais nas cadeias de passagem, que serão fixados no próprio balancim (não serão aceitos pesos adicionais fixados nos grampos ou condutores).

Deverá ser dada especial atenção ao projeto do balancim das cadeias de suspensão e de ancoragem tendo em vista que o espaçamento entre subcondutores é extremamente elevado. O conjunto formado pelo balancim e conector de engate ao isolador deverá ser projetado de modo a garantir a estabilidade da cadeia durante o lançamento, nivelamento e grampeamento dos cabos e, posteriormente, durante a vida útil da LT. O Fornecedor deverá simular em suas instalações a cadeia montada, em arranjos a serem acordados com a CONTRATANTE, visando comprovar a estabilidade de seu projeto.

Os balancins das cadeias de suspensão deverão ser projetados de tal modo que seus perfis internos permitam um balanço dos grampos de até 30°.

#### 4.4 Grampos de Suspensão

Os grampos de suspensão dos cabos CAL 1120 e CAA deverão ser constituídos de berço e calha em liga de alumínio. O grampo de suspensão para o cabo de aço 3/8" EAR poderá ser fabricado em liga de alumínio ou aço forjado zincado a quente. Para o grampo do cabo Dotterel deverá ser fabricado em liga de alumínio.

Poderão ser propostos grampos de suspensão do tipo AGS (armor grip suspension) ou CGS (cushion grip suspension) desde que o Fornecedor apresente documentação técnica que garanta, a critério da CONTRATANTE, o bom desempenho dos grampos ofertados ao longo de toda a vida útil da LT.

Os grampos de suspensão para os condutores e seus parafusos e porcas devem ser do tipo anticorona. Todos os grampos de suspensão (condutores e cabos para-raios) deverão ser apropriados para uso com armaduras pré-formadas.

O Fornecedor deve apresentar documentação técnica que garanta bom desempenho dos grampos ofertados ao longo de toda a vida útil da LT, notadamente frente à fadiga ao cabo condutor e do próprio grampo. Fica a critério da CONTRATANTE aceitar a documentação apresentada.

Os grampos devem ter um momento de inércia mínimo e com eixo de oscilação do berço projetado o mais perto possível do centro da seção transversal do cabo. O grampo deve ter máxima liberdade de movimento sob as diversas oscilações mecânicas do condutor (transversais e longitudinais).

Para os condutores, o conjunto formado pelo grampo de suspensão e conector associado deve ser projetado de forma a apresentar a menor distância vertical possível entre o centro

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 18 de 69

da seção transversal do condutor e o pino do último isolador, de modo a melhorar a distribuição do campo elétrico nos isoladores inferiores da cadeia.

Os grampos deverão ter boa capacidade de dissipação de calor, operando com mínimo aumento de temperatura para todas as condições de operação dos cabos.

Os grampos devem ser projetados de modo a, sem redução de sua capacidade mecânica, suportar esforços com duração, sentido e intensidade variáveis, incluindo esforços produzidos pelo movimento de torção do corpo do grampo e do conector a ele associado.

Os grampos de suspensão dos condutores e dos cabos para-raios devem ter uma carga de escorregamento não inferior a 25% (vinte e cinco por cento) da carga de ruptura do cabo a que se destinam, com os parafusos de fixação da calha apertados com o torque recomendado pelo Fornecedor.

Os grampos de suspensão deverão ter carga de ruptura garantida não inferior a 60% (sessenta por cento) da carga de ruptura do cabo a que se destinam com os parafusos de fixação da calha apertados com o torque recomendado pelo Fornecedor.

O eixo de oscilação do grampo de suspensão deve ser projetado o mais perto possível do centro da seção transversal do cabo. O eixo longitudinal do grampo deve ter um ângulo de oscilação livre, no plano vertical, não inferior a 60°.

Os grampos de suspensão devem ser projetados com ângulos de saída dos cabos, em ambos os lados, seja  $\geq 15^\circ$  para os condutores e  $18^\circ$  para os cabos para-raios.

Os grampos de suspensão dos condutores devem ser projetados de modo a permitir sua retirada utilizando ferramentas para manutenção em linha viva. O parafuso do garfo do grampo deve ser provido de dispositivo antirrotacional.

Os formatos do berço e da calha não devem ter cantos vivos. Os raios de curvatura na extremidade do grampo devem ser projetados de modo a garantir a saída do cabo sem danificá-lo.

O berço do grampo deve ter comprimento adequado, com raio longitudinal suficientemente grande, de modo a evitar concentração de esforços de flexão. A calha deve ser projetada para exercer a máxima pressão no centro. A pressão deve diminuir gradualmente em direção às bordas.

O berço e a calha devem ser projetados de modo a exercer uma pressão circular uniforme sobre o cabo, sem criar nenhum ponto de concentração de tensões. Todas as superfícies em contato com os cabos (ou armaduras preformadas) devem ser perfeitamente lisas.

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 19 de 69

Os parafusos de fixação da calha no berço deverão ser providos de arruelas de pressão para manter aperto constante sobre os cabos.

Os parafusos de fixação da calha dos grampos de suspensão dos cabos para-raios deverão ter comprimento suficiente para acomodar a cordoalha de aterramento.

#### **4.5 Grampos de Ancoragem**

Os grampos de ancoragem dos condutores e dos cabos para-raios deverão ser do tipo à compressão.

Os grampos deverão ser fornecidos completos, com os terminais de passagem, luvas de enchimento (se necessárias), parafusos, porcas, arruelas e composto antioxidante.

Os materiais empregados na fabricação das peças deverão apresentar propriedades físicas, tais como dureza e coeficiente de expansão térmica, similares às dos materiais sobre os quais serão comprimidos.

As linguetas do grampo e do terminal de passagem deverão ser protegidas contra corrosão de modo a minimizar a limpeza e preparação de suas superfícies para instalação.

Todas as superfícies dos componentes dos grampos que entrarão em contato com os cabos deverão ser convenientemente protegidas para garantir que estarão perfeitamente limpas antes do início do processo de prensagem.

As dimensões e detalhes da furação para ligação da lingueta do corpo do grampo ao terminal de passagem deverão estar de acordo com o padrão NEMA. Todos os parafusos, porcas e arruelas da conexão deverão ser fornecidos firmemente fixados à lingueta do corpo do grampo de ancoragem.

As áreas que serão comprimidas deverão estar claramente indicadas nas paredes externas dos corpos de aço e alumínio.

O corpo de aço zincado com seu terminal deverá ser formado por uma peça única e permitir a montagem em qualquer posição. A junção entre o terminal e o corpo de alumínio deverá ser selada de forma apropriada para evitar o vazamento do composto antioxidante. A lingueta do terminal de passagem deverá ser fixada à parte cilíndrica do terminal através de processo de soldagem adequado.

Os grampos deverão ser projetados de modo a suportar os esforços de ancoragem sem provocar pressões excessivas junto à saída dos cabos. A extremidade dos grampos, junto à saída dos cabos, deverá ter formato cônico.

<b>Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios</b>	<b>Número documento</b>
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 20 de 69

Os grampos de ancoragem à compressão deverão ser capazes de suportar, sem deslizamento do cabo ou ruptura dos grampos, 95% (noventa e cinco por cento), no mínimo, da carga de ruptura dos cabos a que se destinam.

Os grampos de ancoragem e os terminais de passagem deverão ter seção reta com área suficiente para permitir a passagem da corrente sem aquecimento excessivo.

Os grampos deverão ser projetados de maneira a distribuir uniformemente o fluxo de corrente ao redor da superfície de contato entre o corpo comprimido e as camadas do cabo. Após a compressão não poderá haver infiltrações de água e os espaços vazios deverão ser reduzidos ao mínimo.

Após sua instalação a resistência elétrica do conjunto grampo/terminal de passagem não deverá exceder a resistência de um pedaço de cabo de igual comprimento.

As linguetas dos grampos de ancoragem deverão ser projetadas com ângulo de saída de 15°. Os terminais de passagem também deverão ser projetados com ângulo de saída de 15° de tal forma que possam ser obtidos ângulos totais de 0° ou 30°.

Os parafusos de fixação do terminal de passagem dos grampos de ancoragem dos cabos para-raios deverão ter comprimento suficiente para acomodar a cordoalha de aterramento.

#### 4.6 Ferragens para Conexões Concha-Bola

As conexões concha-bola das cadeias de suspensão, passagem e ancoragem do condutor deverão estar de acordo com os engates estabelecidos nesta Especificação Técnica.

Os conectores tipo concha deverão ser fornecidos com as respectivas cupilhas e ser projetados de forma a blindar completamente a cabeça das mesmas. O furo para a cupilha deverá ser escareado e estar localizado no lado oposto à abertura da concha.

As cupilhas das conexões tipo concha-bola deverão ser projetadas em conformidade com a norma IEC 60372 e permitir fácil instalação e travamento adequado contra desengates não intencionais durante manuseio e uso.

O comprimento das cupilhas deverá ser tal que, na posição travada, suas pontas não se projetem além da abertura da concha. O olhal da cupilha e seu posicionamento na concha deverão permitir o engate de ferramentas para manutenção em linha viva.

As cupilhas deverão ser feitas de fio de aço inoxidável tipo AISI 301, 302 ou 304, estirado a frio, seção transversal meia cana. Em seu estado final o aço inoxidável empregado na fabricação das cupilhas deverá ter as seguintes propriedades:

- Dureza: Rockwell B88 a C30;

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 21 de 69

- Alongamento: 20%, mínimo, em uma extensão de 5 cm.

#### 4.7 Anéis Anticorona

As cadeias de ancoragem e de suspensão V do condutor deverão ser providas de anéis no lado energizado. Eventualmente, dependendo dos resultados dos ensaios de tipo previstos nesta Especificação Técnica, poderá ser necessário utilizar anéis nas cadeias de suspensão.

Os anéis deverão ser projetados de modo a reduzir o efeito corona e melhorar a distribuição do campo elétrico nos isoladores e ferragens próximos ao lado energizado.

Os anéis deverão ser fabricados a partir de tubos de alumínio podendo ser aceitos, alternativamente, anéis fabricados utilizando tubos de aço com as superfícies interna e externa zincadas a quente.

Os anéis deverão ser fornecidos completos, com as braçadeiras, parafusos, porcas e arruelas necessários para sua fixação aos balancins. O sistema de fixação proposto deverá ser suficientemente forte para resistir às vibrações produzidas pelo vento.

O formato dos anéis e os detalhes de fixação aos balancins deverão ser compatibilizados com as distâncias fase-terra previstas no projeto da linha de transmissão. Deverá ser possível retirar e recolocar os anéis utilizando ferramentas de manutenção em linha viva.

É responsabilidade do Fornecedor projetar anéis nos formatos que melhor se adaptem à configuração de suas cadeias e que atendam integralmente aos requisitos desta Especificação Técnica.

#### 4.8 Armaduras Pré-Formadas

Está prevista a utilização de armaduras pré-formadas nas cadeias de suspensão dos condutores e dos cabos para-raios.

As armaduras a serem utilizadas nas cadeias de suspensão dos condutores e cabos para-raios CAA deverão ser constituídas de vergalhões preformados fabricados em liga de alumínio compatível com o cabo com hélice à direita. Para reduzir o efeito corona, os vergalhões das armaduras dos condutores deverão ter as pontas tipo "bico-de-papagaio" e para os cabos para-raios as pontas devem ser chanfradas ou arredondadas.

As armaduras a serem utilizadas nas cadeias de suspensão do cabo de aço 3/8" EAR deverão ser constituídas de vergalhões preformados fabricados em aço zincado a quente com hélice à esquerda e pontas chanfradas ou arredondadas.

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 22 de 69

Os materiais empregados na fabricação das armaduras devem apresentar propriedades físicas, tais como dureza e coeficiente de expansão térmica, similares às dos cabos aos quais serão aplicadas.

Todas as armaduras deverão ser marcadas no centro, com tinta resistente ao tempo, para facilitar sua instalação. Os vergalhões preformados deverão ser marcados a cores ou codificados para identificar o cabo a que se destinam.

#### 4.9 Pesos Adicionais

No caso onde for necessária a instalação de pesos adicionais, o conjunto dos mesmos, associados às ferragens necessárias para fixá-los aos balancins das cadeias de suspensão e passagem dos condutores, poderá ser de ferro fundido ou chapa de aço cortada, zincados a quente.

O conjunto deverá ser projetado de modo a:

- a) Blindar completamente as ferragens de fixação que possam causar corona;
- b) Não interferir com a mobilidade das demais ferragens das cadeias;
- c) Ficar situado no interior da linha de contorno dos balancins e condutores;
- d) Manter inalteradas as distâncias fase-terra mínimas previstas no projeto.

Os pesos deverão ser fornecidos em unidades de 30 kg, com ferragens de fixação em comprimentos adequados para permitir a instalação de 2, 4 ou 6 pesos.

A instalação de pesos adicionais fica a critério da CONTRATANTE.

#### 4.10 Emendas dos Cabos

As emendas poderão ser do tipo a compressão formadas por luvas de liga de alumínio (emenda dos fios de alumínio) e de aço (emenda do cabo 3/8" EAR e da alma de aço dos cabos CAA) ou constituídas por varetas preformadas externas e de enchimento (caso necessário) em liga de alumínio com hélice à direita (emenda dos fios de alumínio) e varetas preformadas em aço zincado a quente com hélice à esquerda (emenda do cabo 3/8" EAR e da alma de aço dos cabos CAA). Os conjuntos de varetas externas aplicáveis aos condutores deverão ser projetados com as pontas tipo "bico-de-papagaio" de modo a reduzir o efeito corona. Os vergalhões para os cabos para-raios de aço e CAA podem ter a pontas arredondadas ou chanfradas.

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.

Os materiais empregados na fabricação das emendas deverão apresentar propriedades físicas, tais como dureza e coeficiente de expansão térmica, similares às dos materiais sobre os quais serão instaladas.

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 23 de 69

Todas as superfícies dos componentes das emendas que entrarão em contato com os cabos deverão ser convenientemente protegidas de modo a garantir que estarão perfeitamente limpas antes do início do processo de instalação.

As luvas de emenda a compressão devem ser fornecidas completas, com o composto antioxidante e os batoques apropriados, considerando os seguintes materiais para os componentes conforme os cabos a serem aplicadas: cabos CAA (uma emenda de aço galvanizado para a alma do cabo e outra emenda de liga de alumínio 99,5% para compressão do cabo completo).

Os conjuntos cabo/emenda deverão permitir uma distribuição uniforme do fluxo de corrente ao redor das superfícies de contato entre seus componentes e as camadas do cabo. Após sua instalação a resistência elétrica das emendas não deverá exceder a resistência de um pedaço de cabo de igual comprimento.

Nas emendas a compressão, as áreas das luvas que serão comprimidas deverão estar claramente indicadas nas paredes externas das peças. Após a compressão não poderá haver infiltrações de água e os espaços vazios deverão ser reduzidos ao mínimo.

As luvas devem ser projetadas de forma a evitar concentração de esforços nas suas extremidades, que devem ter formato cônico. Além disso, devem ter a menor seção possível, porém suficiente para permitir a passagem da corrente sem aquecimento excessivo.

Após sua instalação, a resistência elétrica da luva não deve exceder a resistência de um pedaço de cabo de igual comprimento.

#### **4.11 Composto Antioxidante**

O composto antioxidante deverá ser fornecido com os grampos de ancoragem, terminais de passagem e emendas para os condutores e cabos para-raios, na quantidade necessária para sua instalação.

O composto antioxidante deverá conter elementos que evitem a oxidação dos materiais e auxiliem na redução da resistência elétrica das conexões. A base do composto deverá ser graxa especial insolúvel em água. O composto deverá ser fácil de trabalhar a temperaturas em torno de 0° C, não derreter a temperaturas até 125° C e manter sua viscosidade normal durante toda a vida útil da LT.

O composto não deverá atacar nenhum dos materiais que compõem a conexão e ser não tóxico quando em contato direto com a pele.

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 24 de 69



#### 4.12 Reparos Preformados

Os reparos para o cabo CAL 1120 e CAA deverão ser constituídos por vergalhões preformados fabricados em liga de alumínio com hélice à direita.

Os vergalhões para os cabos condutores deverão ter as pontas arredondadas tipo "bico-de-papagaio" de modo a reduzir o efeito corona e RIV. Os vergalhões para os cabos para-raios podem ter as pontas arredondadas ou chanfradas (lixadas), livres de rebarbas.

Todos os vergalhões deverão ser marcados no centro, com tinta resistente ao tempo, para facilitar sua instalação. Os conjuntos de vergalhões deverão ser marcados a cores ou codificados para indicar o cabo a que se destinam.

#### 4.13 Dispositivos de Sinalização Aérea

Os dispositivos a serem instalados nos cabos DOTTEREL e 3/8" EAR deverão ser esféricos, ter 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.

As esferas deverão ser de cor laranja (referência Munsell 2.5 YR 6/14), adequadas para uso externo contínuo em clima tropical sem desbotar, descascar ou rachar.

As esferas não deverão deslizar longitudinalmente, girar ou de qualquer forma causar desgaste aos cabos em decorrência de vibrações eólicas ou de ventos de alta intensidade.

O sistema de fixação das esferas aos cabos deverá ser projetado de tal forma que a posição das mesmas seja mantida, sob as mais severas condições de vibração e oscilação, durante toda a vida útil da LT. O sistema utilizado deverá incluir coxins de elastômero fixados aos cabos por sapatas aparafusadas ou por uma combinação de sapatas aparafusadas e alças preformadas.

As sapatas para fixação das esferas aos cabos para-raios deverão ser fabricadas em liga de alumínio.

Os parafusos, porcas, arruelas lisas e de pressão para fixação das sapatas às esferas e aos cabos para-raios deverão ser de aço zincado a quente.

Caso utilizadas as alças pré-formadas deverão ser fabricadas, conforme o cabo a que se destinam, em alumínio com hélice a direita (DOTTEREL) ou em aço zincado a quente com hélice a esquerda (3/8" EAR).

As esferas deverão ter um número adequado de furos de drenagem posicionados de forma a impedir o acúmulo de água.

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 25 de 69

A critério da CONTRATANTE poderão ser fornecidas esferas adequadas para instalação por helicóptero, com coxins de borracha e sistema de fixação que não cause danos ao cabo para-raios.

#### **4.14 Matrizes**

O Fornecedor deverá informar os tipos de matrizes e o compressor hidráulico a serem utilizados na compressão dos grampos de ancoragem e das luvas de emenda. Para cada tipo de cabo, as luvas de emenda e os grampos de ancoragem deverão ser comprimidos utilizando as mesmas matrizes.

#### **4.15 Ferragens para Aterramento dos Cabos Para-Raios**

A cordoalha para aterramento dos cabos para-raios deverá ser de cobre estanhado, ter seção útil mínima de 70 mm<sup>2</sup>, terminais prensados de cobre estanhado e comprimento em torno de 70 cm.

O comprimento definitivo da cordoalha será definido em função dos desenhos finais das cadeias dos cabos para-raios e das estruturas.

Cada cordoalha deverá ser fornecida com um parafuso de 1/2" (12,7 mm), respectiva porca e arruelas lisa e de pressão de aço zincado a quente, para fixação da cordoalha à estrutura.

O diâmetro do furo de um dos terminais prensados deverá estar de acordo com o diâmetro dos parafusos dos grampos de suspensão e ancoragem dos cabos para-raios. O outro terminal da cordoalha, para fixação à estrutura, deverá ter um furo com diâmetro 9/16" (14,3 mm).

Alternativamente o conjunto para aterramento dos cabos para-raios poderá ser constituído pelo próprio cabo e conectores fabricados com dimensões, materiais e acabamento apropriados para conexões cabo/cabo (quando aplicável) e cabo/estrutura (fornecido com parafuso de 1/2", porca e arruelas lisa e de pressão de aço zincado a quente, para fixação na estrutura em furo de 9/16").

#### **4.16 Ferragens para Aterramento das Estruturas**

As luvas, conectores e grampos deverão ser de aço zincado a quente, próprias para serem usadas com os fios contrapesos e hastes empregados. Os conectores e grampos deverão ser fornecidos com os parafusos, porcas e arruelas lisa e de pressão necessários para sua instalação. O material dos parafusos, porcas e arruelas deverá ser compatibilizado com os materiais das conexões correspondentes.

O fornecimento objeto desta Especificação Técnica inclui os seguintes materiais:

<b>Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios</b>	<b>Número documento</b>
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 26 de 69

- a) Haste de aterramento formada por cantoneira de aço ASTM A36, 40x40x5 mm, 2400 mm de comprimento, fabricada conforme norma NBR 13571. Uma das extremidades da haste deverá ser chanfrada, para facilitar o cravamento no solo. A haste deverá ser fornecida com conector aparafusado localizado a 150 mm de sua extremidade superior, próprio para conexão do cabo contrapeso;
- b) Conector para ligação do fio contrapeso a furo com diâmetro 9/16" (14,3 mm), localizado nas cantoneiras de ancoragem das estruturas autoportantes ou no mastro das estruturas estaiadas. O conector deverá ser fornecido com um parafuso de 1/2" (12,7 mm) de diâmetro, com porca e arruelas lisa e de pressão e ser apropriado para conectar um ou dois cabos;
- c) Grampo paralelo para ligação do cabo contrapeso ao cabo de estai;
- d) Luva (sem tensão) ou grampo paralelo para emendar cada tipo de cabo contrapeso.

#### 4.17 Ferragens para Fixação dos Estais

Deverão ser fornecidos conjuntos de ferragens de aço zincados a quente para fixação dos cabos de estais às estruturas e às ferragens das fundações.

Os conjuntos de fixação dos estais às ferragens das fundações deverão permitir o ajuste da tensão nos cabos nas operações de tensionamento e nas eventuais operações de retensionamento.

Os conjuntos deverão ser projetados com dispositivos de travamento que evitem a perda de tensão nos cabos. Deverão ser previstos dispositivos de segurança que dificultem a ação de pessoas não autorizadas ou atos de vandalismo.

O sistema de ancoragem dos estais em ambos os conjuntos deverá ser do tipo VARI-GRIP, utilizando varetas pré-formadas de aço zincado a quente com hélice a esquerda.

A carga mínima de ruptura ou escorregamento dos conjuntos deverá ser igual ou superior à carga de ruptura dos cabos utilizados como estais.

#### 4.18 Hastes de Âncora e Acessórios

Dependendo do tipo de solo encontrado no local de instalação das estruturas as fundações dos estais poderão utilizar hastes de âncora de comprimentos variáveis, dimensionadas para o cabo de estai previsto.

As hastes e acessórios especificados a seguir deverão ser fabricados em aço de alta resistência e integralmente zincados a quente. A zincagem deverá estar de acordo com o

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 27 de 69

Grau 100 da Tabela 1 da norma ASTM A123, ou seja, a camada de zinco deverá ter uma espessura média  $\geq 100 \mu\text{m}$ .

O fornecimento objeto destas Especificações inclui os seguintes materiais:

- a) Haste de âncora de seção reta circular, integralmente rosqueada, com comprimentos a serem definidos quando forem projetadas as fundações;
- b) Luva rosqueada com batente interno em seu ponto médio, para emenda das hastes;
- c) Olhal rosqueado a ser instalado na extremidade superior das hastes para engate das ferragens de fixação dos cabos de estai. As dimensões do olhal deverão ser compatibilizadas com as dimensões das ferragens dos estais. O olhal deverá dispor de dispositivo de travamento;
- d) Porca e contraporca para fixação da haste de âncora ao bloco de concreto;
- e) Chapa quadrada com 200 mm de lado, 3/4" (19 mm) de espessura e furo central com diâmetro 5 mm superior ao diâmetro externo das hastes de âncora. Essa chapa deverá ser utilizada na fixação da haste ao bloco de concreto da fundação.

Todas as peças rosqueadas, itens a/b/c/d anteriores, deverão ter rosca a direita.

Os conjuntos formados pela haste de âncora, olhal para fixação da haste às ferragens do estai, luva de emenda, chapa, porca e contraporca para fixação ao bloco de concreto deverão ter carga mínima de ruptura igual ou superior à do cabo utilizado como estai.

## 5 FABRICAÇÃO DAS FERRAGENS

Todas as etapas do processo de fabricação deverão ser executadas de modo a produzir peças bem acabadas, sem rebarbas, cantos vivos, escórias ou protuberâncias. Os componentes a serem interligados deverão se ajustar perfeitamente e permitir sua montagem e desmontagem com facilidade.

As peças forjadas deverão ser obrigatoriamente fabricadas pelo processo de forjamento em matriz fechada. Deverão ter qualidade uniforme, sem arestas, quinas vivas, soldas ou quaisquer outros defeitos que possam afetar sua resistência mecânica.

As peças fundidas deverão ter qualidade uniforme, sem arestas, quinas vivas, rachaduras, falhas, asperezas ou quaisquer outros defeitos que possam afetar sua resistência mecânica.

Os processos de fabricação e zincagem das peças com partes rosçadas deverão garantir proteção contra corrosão e fácil rosqueamento das porcas nos parafusos. Deverá ser possível girar as porcas ao longo da rosca dos parafusos sem auxílio de ferramentas.

As roscas de porcas de alumínio deverão se ajustar perfeitamente às dos parafusos e permitir que as porcas sejam giradas livremente com os dedos ao longo do comprimento rosçado dos parafusos.

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 28 de 69

Todos os furos em peças de aço com espessura igual ou inferior a 16 mm deverão ser puncionados. Os furos em peças de aço com espessura superior a 16 mm poderão ser broqueados ou sub puncionados e alargados até o diâmetro final.

Todos os furos deverão ser cilíndricos, normais ao plano da peça e feitos com ferramentas afiadas, não devendo apresentar bordas ásperas ou rasgos. Rebarbas resultantes de furos a máquina deverão ser removidas com ferramenta para garantir um acabamento sem asperezas.

Soldas deverão ser evitadas só podendo ser utilizadas quando imprescindíveis e aprovadas pela CONTRATANTE.

As soldas deverão ser projetadas e executadas de acordo com as recomendações da norma AWS D1-1. Os processos de soldagem e os soldadores deverão ser qualificados de acordo com as recomendações afins da norma AWS D1-1.

Juntas de penetração total, se utilizadas, deverão ser integralmente (100%) submetidas a exame de ultra-som conforme norma AWS D1-1.

A fabricação deve estar em rigorosa conformidade com os desenhos preparados pelo Fornecedor e liberados pela CONTRATANTE.

## 5.1 Marcação

Cada peça deverá ser marcada de forma legível e indelével com as seguintes informações:

- a) Nome ou marca do FORNECEDOR e número de catálogo;
- b) Carga mínima de ruptura garantida, em kN, quando for o caso;
- c) Cabo ao qual se destinam (bitola e formação), quando aplicável;
- d) Faixa de utilização (diâmetros limite dos cabos, em mm), quando aplicável;
- e) Áreas a serem comprimidas, para os grampos e luvas de emenda à compressão;
- f) Mês e ano de fabricação (dois últimos dígitos).

Todos os conjuntos de vergalhões preformados (armaduras, emendas e reparos) deverão ser marcados a tinta no seu ponto médio e codificados para que possa ser identificado o cabo a que se destinam.

Peças de pequenas dimensões e aquelas que não puderem ser marcadas como indicado acima poderão ser marcadas apenas com o número de catálogo.

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 29 de 69

## 6 DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA

Estão incluídos no fornecimento os desenhos dos conjuntos e das peças individuais, as respectivas listas de materiais e demais documentos técnicos aplicáveis aos materiais objeto desta Especificação Técnica.

É responsabilidade do FORNECEDOR o preparo do Plano de Inspeção e Controle de Qualidade (PICQ) aplicável aos materiais sendo fornecidos, a execução de todos os ensaios estipulados nesta Especificação Técnica e a apresentação dos correspondentes relatórios de ensaios certificados, para aprovação da CONTRATANTE. Devem também ser fornecidos os relatórios de ensaios já realizados, todos os relatórios certificados exigidos nesta Especificação Técnica e quaisquer outros desenhos ou documentos necessários à fabricação, ensaios, inspeção e montagem dos materiais objeto desta Especificação Técnica. A aceitação final desses relatórios ou a requisição de outros ensaios, no caso dos relatórios serem considerados insatisfatórios, será decidida pela CONTRATANTE antes do início da fabricação. Não serão aceitos certificados com idade superior a 10 anos.

Os documentos devem ter todas as informações necessárias para que se possa verificar sua conformidade com esta Especificação Técnica e ser suficientemente claros para assegurar a adequada execução da fabricação e da montagem no campo.

Toda documentação técnica preparada pelo FORNECEDOR deverá estar de acordo com os requisitos desta Especificação Técnica e ser submetida à aprovação da CONTRATANTE. Os desenhos liberados para fabricação pela CONTRATANTE não poderão ser modificados sem autorização, por escrito, da CONTRATANTE.

### 6.1 Desenhos dos Conjuntos Completos

Os desenhos dos materiais objeto desta Especificação Técnica deverão ser apresentados em duas vistas, no mínimo, e incluir as seguintes informações:

- a) Principais dimensões e tolerâncias, em mm;
- b) Massa do conjunto, em kg;
- c) Carga mínima de ruptura garantida do conjunto, em kN;
- d) Carga mínima de escorregamento garantida do conjunto, em kN (quando aplicável);
- e) Torque a ser aplicado nos parafusos de fixação dos componentes ou nos parafusos de fixação aos cabos, em N.m;
- f) Lista de materiais relacionando os componentes dos conjuntos e indicando para cada item: número do item no conjunto e respectiva descrição, número de catálogo, quantidade por conjunto, material e norma aplicável, acabamento e norma aplicável, massa em kg e carga mínima de ruptura garantida em kN (quando aplicável);

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 30 de 69

## 6.2 Desenhos dos Componentes

Os desenhos de cada um dos componentes dos materiais objeto desta Especificação Técnica deverão ser apresentados em duas vistas, no mínimo, e incluir as seguintes informações:

- a) Todas as dimensões e tolerâncias, em mm (comprimento, largura, espaçamentos internos e externos, espessura, seções transversais, diâmetro dos furos, raios de curvatura, dimensões dos olhais, etc.);
- b) Material e norma aplicável;
- c) Acabamento e norma aplicável;
- d) Massa, em kg;
- e) Carga mínima de ruptura garantida, em kN (quando aplicável);
- f) Detalhes das soldas utilizadas, quando for o caso;
- g) Para os componentes aparafusados deverão ser fornecidos detalhes dos parafusos, porcas e arruelas com todas as dimensões, incluindo tipo e comprimento da rosca;
- h) Marcação;

## 6.3 Desenhos dos Grampos de Suspensão

Em aditamento aos requisitos gerais para Desenhos dos Conjuntos Completos e dos Componentes, deverão ser fornecidas as seguintes informações técnicas:

- a) Cabo ao qual se aplicam;
- b) Seção transversal do grampo;
- c) Raio de curvatura do berço;
- d) Ângulo de saída do cabo.

## 6.4 Desenhos dos Grampos de Ancoragem e Luvas de Emenda a Compressão

Em aditamento aos requisitos gerais para Desenhos dos Conjuntos Completos e dos Componentes, deverão ser fornecidas as seguintes informações técnicas:

- a) Cabo ao qual se aplicam;
- b) Especificação do composto antioxidante e quantidade requerida por conjunto;
- c) Matrizes e equipamento recomendados para comprimir as partes de alumínio e aço;
- d) Comprimentos e seções transversais das partes de alumínio e aço, antes e depois da compressão, com suas respectivas dimensões e tolerâncias;
- e) Ângulo de saída da lingueta dos grampos e do terminal de passagem;
- f) Partes a serem comprimidas e sentido recomendado para compressão das luvas de alumínio e aço, incluindo os terminais de passagem.

## 6.5 Desenhos das Armaduras, Emendas e Reparos Preformados

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 31 de 69

Em aditamento aos requisitos gerais para Desenhos dos Conjuntos Completos e dos Componentes, deverão ser fornecidas as seguintes informações técnicas:

- a) Número de vergalhões por conjunto, seu diâmetro e comprimento, passo e sentido da hélice;
- b) Cor (ou outro código) utilizada para identificar o cabo ao qual se aplica cada conjunto de vergalhões.

## **6.6 Desenhos dos Componentes Tipo Concha e Bola**

Em aditamento aos requisitos gerais para Desenhos dos Conjuntos Completos e dos Componentes, deverão ser fornecidas as seguintes informações técnicas:

- a) Padrão aplicável à concha e detalhamento da cupilha incluindo suas principais dimensões, material e norma aplicável;
- b) Padrão aplicável à bola e diâmetro do pino.

## **6.7 Hastes de Aterramento e Luva de Emenda**

Em aditamento aos requisitos gerais para Desenhos dos Conjuntos Completos e dos Componentes, deverão ser fornecidas as seguintes informações técnicas:

- a) Dimensões da haste, incluindo dimensões da chapa, dimensões da cantoneira, comprimento total, espessura da camada de zinco e dimensões da luva de emenda;
- b) Seção reta mínima das hastes e luva;
- c) Características do aço utilizados na haste e na luva;
- d) Detalhe dos furos de fixação dos conectores dos estais.

## **6.8 Conectores de Aterramento**

Em aditamento aos requisitos gerais para Desenhos dos Conjuntos Completos e dos Componentes, deverão ser fornecidas as seguintes informações técnicas:

- a) Material usado nos conectores da haste e conectores de emendas e respectivos complementos (parafusos, arruelas, etc.);
- b) Torque dos parafusos, quando houver.

## **6.9 Ferragens para os Estais**

Em aditamento aos requisitos gerais para Desenhos dos Conjuntos Completos e dos Componentes, deverão ser fornecidas as seguintes informações técnicas:

- a) Detalhes dos dispositivos de travamento e segurança;

<b>Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios</b>	<b>Número documento</b>
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 32 de 69



- b) Marcação utilizada para identificar o cabo a que se destinam;
- c) Instruções para instalação dos conjuntos e para ajuste da tensão nos estais.

#### **6.10 Hastes de Âncora e Acessórios**

Em aditamento aos requisitos gerais para Desenhos dos Conjuntos Completos e dos Componentes, deverão ser fornecidas as seguintes informações técnicas:

- a) Tensão de escoamento e de ruptura do material das hastes, em kN/cm<sup>2</sup>;
- b) Seção reta mínima das hastes;
- c) Detalhe da rosca das hastes e acessórios;
- d) Detalhe do batente da luva de emenda;
- e) Instruções para instalação dos conjuntos, incluindo processo de travamento do olhal superior.

### **7 EMBALAGEM E EMBARQUE**

As embalagens deverão ser identificadas com dados a serem pintados com tinta à prova de tempo no lado externo dos volumes. As seguintes informações deverão ser pintadas ao lado externo dos volumes:

- a) Nome do Fornecedor;
- b) Nome da Transmissora;
- c) Endereço de Entrega;
- d) Tipo de material;
- e) Quantidade de material;
- f) Massa bruta e massa líquida, e tara em kgf;
- g) Dimensões externa da caixa, em cm;
- h) Número da ordem de compra informada pelo comprador (quando solicitado);
- i) Indicações adicionais que forem previamente solicitadas pela CONTRATANTE.

Todas as embalagens deverão utilizar madeira e cintas novas e de boa qualidade e ser fortes o suficiente para resistir armazenamento ao tempo, manuseio grosseiro e transporte por vias não pavimentadas até o local de utilização. A madeira utilizada nas embalagens deve provir de reflorestamento, não se aceitando madeira de matas naturais. O Fornecedor poderá propor embalagens alternativas, sujeitas à aprovação da CONTRATANTE.

As ferragens deverão ser acondicionadas separadamente em embalagens de madeira com peso total inferior a 200 kgf. Caixas com peso inferior a 50 kgf deverão ser agrupadas, de modo a constituir um volume único com peso total entre 50 kgf e 200 kgf.

As embalagens inspecionadas e aprovadas deverão receber marca do Inspetor confirmando sua liberação para embarque. A marca de liberação a ser adotada será informada pela CONTRATANTE ao Fornecedor.

<b>Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios</b>	<b>Número documento</b>
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 33 de 69

Serão responsabilidade e ônus do Fornecedor os danos ao material causados por insuficiência de proteção ou por embalagens em desacordo com esta Especificação Técnica, assim como as despesas necessárias para substituição do material danificado.

Caso usados produtos químicos para a preservação da madeira, o mesmo não deverá ser tóxico para o manuseio das pessoas e não deverão deixar resíduos danosos ao meio ambiente.

## 8 INSPEÇÃO E ENSAIOS

O FORNECEDOR deverá fornecer quaisquer dados adicionais que julgar necessários para demonstrar que o material a ser fornecido está de acordo com o conteúdo dessa Especificação Técnica e as normas atualmente vigentes.

Deverá ser fornecida a relação completa dos Ensaio de Rotina e de Recebimento utilizados pelo FORNECEDOR para controle da qualidade, incluindo os ensaios a serem realizados, os critérios de amostragem e os níveis de aceitação e rejeição adotados. O FORNECEDOR deve garantir o livre acesso dos Inspetores da CONTRATANTE às instalações onde estiverem sendo fabricados os materiais objeto desta Especificação Técnica. O FORNECEDOR deve apresentar ao Inspetor da CONTRATANTE todas as Especificações Técnicas utilizadas para compra das matérias primas e componentes adquiridos de subfornecedores, bem como os respectivos relatórios certificados dos ensaios de aceitação desses materiais. O FORNECEDOR é totalmente responsável pelo projeto, execução e desempenho satisfatório de todo material fornecido por ele ou por qualquer de seus fornecedores.

Os Relatórios de Ensaio Certificados deverão incluir uma descrição completa dos métodos de ensaio, o local e a data do ensaio, as condições ambientais e o nome do comprador. Os relatórios deverão incluir também uma descrição completa dos fatores de correção das condições ambientais do ensaio para as condições normalizadas de pressão atmosférica, umidade e temperatura, e de como eles são aplicados.

O FORNECEDOR deverá indicar claramente as medidas que estão sendo adotadas.

Nesta Especificação Técnica são indicadas três categorias de ensaios pelas quais o Fornecedor é responsável: Ensaio de Tipo, Ensaio de Rotina e Ensaio de Recebimento.

### 8.1 Ensaio de Tipo

Ensaio de Tipo são aqueles normalmente executados pelo FORNECEDOR para comprovar a adequação de seu projeto aos critérios e parâmetros elétricos e mecânicos especificados para a linha de transmissão, antes que o item ou componente seja

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 34 de 69

programado para fabricação, e destinam-se a verificar as principais características do objeto em ensaio que dependem, principalmente, de seu projeto.

Os Ensaio de Tipo devem ser executados em protótipos fabricados por processos idênticos aos que serão utilizados na fabricação dos materiais a serem fornecidos e devem ter sido concluídos com sucesso antes do início da fabricação.

Caso o FORNECEDOR já tenha realizado este ensaio anteriormente com objeto de interesse idêntico ao tipo a ser fornecido, atendendo às exigências desta Especificação Técnica, o ensaio poderá ser dispensado, a critério da CONTRATANTE. Nestes casos, o FORNECEDOR deve disponibilizar para exame e aprovação da CONTRATANTE, cópias certificadas dos relatórios dos Ensaio de Tipo já realizados, contendo as informações que se fizerem necessárias para garantir que o objeto ensaiado seja idêntico ao que será efetivamente fornecido e que seu desempenho nos ensaios atendeu ou superou ao exigido nesta Especificação Técnica. Não serão aceitos certificados com idade superior a 10 anos.

Os Ensaio de Tipo para os quais o FORNECEDOR não disponha de relatórios de execução compatíveis com as exigências desta Especificação Técnica deverão ser realizados antes do início da fabricação na presença dos Inspetores da CONTRATANTE.

A fabricação de qualquer material somente será autorizada pela CONTRATANTE após sua aprovação nos Ensaio de Tipo. Se o material falhar nestes ensaios a fabricação será autorizada somente após um novo projeto ter sido aprovado pela CONTRATANTE e o material ter sido aprovado em novo ensaio.

O FORNECEDOR deve comunicar as datas de realização dos ensaios com 20 dias de antecedência para que possa ser assegurada a presença dos Inspetores da CONTRATANTE. Para ensaios no exterior do Brasil essa comunicação deve ser feita com 60 dias de antecedência, para que possa haver tempo hábil para a autorização da viagem dos inspetores da CONTRATANTE.

### **8.1.1 Ensaio de Corona Visual e RIV**

Os ensaios de corona visual e RIV serão realizados nos conjuntos relacionados a seguir, aplicáveis ao condutor:

- a) Todas as cadeias de suspensão, passagem e ancoragem dos condutores relacionadas nesta Especificação Técnica;
- b) Emendas;
- c) Reparos preformados;
- d) Amortecedores tipo Stockbridge;
- e) Espaçadores.

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 35 de 69

Os ensaios deverão ser realizados utilizando uma simulação monofásica das condições reais trifásicas que existirão durante a operação da LT. A simulação monofásica adotada deverá reproduzir o mais aproximadamente possível a distribuição do gradiente de potencial na superfície dos condutores utilizados.

Os conjuntos de isoladores e ferragens deverão ser instalados numa réplica das estruturas montada no laboratório em arranjo a ser previamente aprovado pela CONTRATANTE, que fornecerá, para referência, os desenhos de silhueta das estruturas.

As cadeias deverão ser montadas completas de forma a simular sua condição real de utilização. Os ensaios dos acessórios devem utilizar planos aterrados colocados de forma a produzir campo elétrico o mais uniforme possível em torno do item sob ensaio. Em nenhuma hipótese será admitida a realização deste ensaio em modelo reduzido das cadeias do condutor.

As cadeias a serem ensaiadas deverão utilizar isoladores e ferragens idênticos aos adquiridos para as linhas de transmissão. Qualquer folga nas cadeias deverá ser removida com auxílio de pesos adicionais ou outro método adequado. Todas as cupilhas deverão estar instaladas corretamente.

As estruturas metálicas utilizadas deverão permanecer aterradas durante a realização dos ensaios.

Os condutores poderão ser simulados por tubos metálicos lisos, sem costura, com superfície em bom estado e diâmetro externo igual a 29,30 mm  $\pm$  5%.

O comprimento livre mínimo dos condutores deverá ser como indicado a seguir:

<b>Linha de Transmissão</b>	<b>Cadeias de Suspensão</b>	<b>Cadeias de Ancoragem</b>
LT 525 kV	24 m (12 m de cada lado)	12 m

A distância entre os componentes energizados do conjunto sendo ensaiado e as paredes, teto e equipamentos do laboratório deverá ser, no mínimo, igual a 1,5 vezes a distância mínima entre os condutores e a réplica da estrutura.

As extremidades livres dos condutores e suas ligações ao transformador de ensaio deverão ser protegidas por esferas ou anéis de blindagem de modo a evitar o aparecimento de corona visível, nesses pontos, durante os ensaios. As esferas ou anéis de blindagem utilizados deverão ter diâmetro não inferior a 1,2 vezes o diâmetro do feixe de condutores.

<b>Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios</b>	<b>Número documento</b>
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 36 de 69

São indicados a seguir os critérios de aceitação para os ensaios:

<b>Critério de Aceitação</b>	<b>V<sub>fase-terra</sub>, 60 Hz, valor eficaz</b>
	<b>LT 500 kV</b>
a) As cadeias de suspensão e ancoragem, os espaçadores amortecedores, os amortecedores, as emendas e os reparos preformados não deverão apresentar corona visível quando submetidos a uma tensão fase-terra:	335 kV
b) Para as cadeias de suspensão e ancoragem do condutor as tensões de RIV, medidas conforme norma NEMA 107, deverão ser inferiores a 500 µV estando as cadeias submetidas a uma tensão fase-terra:	320 kV
c) Para os espaçadores amortecedores, amortecedores, emendas e reparos preformados do condutor, ensaiados nas mesmas condições e submetidos à mesma tensão fase-terra indicada no item 5.1.4 acima, as tensões de RIV, medidas conforme norma NEMA 107, devem ser inferiores a 200 µV.	-

Antes da realização dos ensaios o Fornecedor deverá submeter à aprovação da CONTRATANTE memória de cálculo comprovando que a simulação monofásica proposta para o arranjo no laboratório reproduzirá as condições reais de instalação no campo e informando as correções a serem aplicadas nas tensões de ensaio para garantir essa reprodutibilidade.

Os protótipos ensaiados e aprovados deverão ser devidamente identificados e entregues à CONTRATANTE para utilização como padrão de acabamento na inspeção do material a ser fornecido.

A tensão de extinção de corona deverá ser determinada conforme procedimento descrito a seguir. A tensão de extinção de corona é a maior tensão na qual o conjunto sendo ensaiado não apresenta corona visível.

Com o laboratório completamente escuro e após o observador estar acostumado à escuridão a tensão aplicada deverá ser aumentada gradualmente até que seja perfeitamente visível o corona no conjunto sendo ensaiado. A tensão deverá ser mantida nesse valor durante um minuto e então reduzida gradualmente até a extinção completa do corona. Para determinação mais precisa da tensão de extinção deverá ser empregado um processo de pesquisa no qual a tensão aplicada é aumentada e reduzida várias vezes em torno da tensão de extinção.

<b>Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios</b>	<b>Número documento</b>
<b>LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1</b>	Rev. 00
	Folha 37 de 69

O procedimento acima deverá ser repetido 3 (três) vezes, no mínimo, e o valor considerado como tensão de extinção de corona será o menor dos valores medidos. O corpo de prova será considerado aprovado se a tensão de extinção for maior, ou no mínimo igual, ao valor especificado na tabela acima devidamente corrigido conforme memória de cálculo.

Durante o ensaio deverão ser obtidas fotografias no laboratório mantido em completa escuridão para a tensão especificada na tabela acima, item (a), e para tensões correspondentes ao corona visível e à extinção do corona. Deverão ser tiradas, pelo menos, duas fotografias de ângulos diferentes para permitir uma visualização completa do corpo de prova.

Deverão ser utilizadas câmaras digitais de modo a permitir o exame imediato das fotos para comparação com as reais condições do ensaio obtidas por observação direta. As fotografias deverão ser tiradas acima e abaixo do nível do condutor para deixar ver o corona nos isoladores e em todas as partes das ferragens energizadas. O formato das fotografias deverá manter boa proporcionalidade com o objeto fotografado, o qual deverá aparecer em primeiro plano e bem enquadrado. A tensão de ensaio deverá ser registrada em cada fotografia.

Com as luzes acesas deverão ser tiradas fotografias em cada uma das posições ocupadas pela câmara para mostrar o posicionamento relativo do conjunto sendo ensaiado. As fotografias das fontes de corona tiradas na escuridão deverão coincidir com as fotografias tiradas com as luzes acesas para permitir a localização precisa do corona pelas evidências fotográficas.

Pelo menos 4 (quatro) fotografias adicionais deverão ser tiradas do arranjo completo do ensaio indicando as posições relativas de todas as aparelhagens utilizadas e do conjunto ensaiado. Estas quatro fotografias deverão ser tiradas de quatro pontos equidistantes em torno do arranjo do ensaio de modo a reproduzir adequadamente as características do referido arranjo.

Deverão ser fornecidas, para aprovação dos Inspectores da CONTRATANTE, plantas do laboratório indicando a localização do arranjo para ensaio e a posição das câmaras. Antes da realização do ensaio real poderá ser necessária uma energização tentativa para se determinar a melhor localização das câmaras.

O ensaio para determinação dos níveis de RIV deverá ser realizado após ter sido concluído o ensaio de corona. O ensaio deverá ser realizado no mesmo conjunto, com o mesmo arranjo do laboratório e com a menor diferença de tempo possível em relação ao término do ensaio de corona. Não será admitido nenhum tratamento ou modificação no conjunto sendo ensaiado no intervalo entre os ensaios de RIV e de corona.

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 38 de 69

As medições de RIV deverão ser feitas de acordo com a Norma NEMA 107, na frequência de 1 MHz. O nível máximo do RIV ambiente deverá ser 10 dB inferior ao nível de RIV medido com o conjunto sendo ensaiado.

Uma tensão 10% superior ao valor indicado na tabela anterior, item (b), devidamente corrigida conforme memória de cálculo, deverá ser aplicada ao corpo de prova e mantida por um minuto; a tensão deverá então ser reduzida por etapas até 30% do seu valor inicial, em seguida aumentada por etapas até o valor inicial e, finalmente, reduzida por etapas até zero volt.

A cada etapa serão feitas medidas de RIV e os níveis de RIV medidos durante a descida da tensão até zero volt deverão ser plotados em função da tensão de ensaio aplicada. A curva assim obtida será a característica de RIV do conjunto ensaiado.

O intervalo máximo entre dois degraus de tensão deverá ser de 10 kV. Na faixa de tensões inferiores a 50% da tensão nominal fase-terra da LT os intervalos poderão ser ampliados para 20 kV.

O corpo de prova será considerado aprovado se os valores de RIV medidos forem menores, ou no máximo iguais, aos valores especificados na tabela anterior, aquele que for aplicável ao conjunto sendo ensaiado.

Deverão ser tiradas fotografias do conjunto sendo ensaiado.

Até 20 dias corridos após a conclusão dos ensaios o Fornecedor deverá apresentar relatório completo e separado para cada corpo de prova ensaiado.

O relatório deverá conter, pelo menos, as seguintes informações:

- a) Descrição detalhada do conjunto ensaiado e cópia do desenho correspondente de modo a determinar, de maneira inequívoca, que o item ensaiado é idêntico ao que será fornecido. A descrição deve indicar o diâmetro dos tubos utilizados para simular os cabos condutores;
- b) Desenhos do arranjo adotado para os ensaios com detalhes e dimensões em quantidade suficiente para demonstrar que foram atendidos os requisitos especificados;
- c) Diagrama detalhado dos circuitos utilizados nos ensaios;
- d) Calibrações de instrumentos e memória de cálculo dos fatores de correção utilizados, relevantes para a interpretação dos ensaios;

<b>Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios</b>	<b>Número documento</b>
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 39 de 69

- e) Relação completa dos diversos níveis de tensão aplicados no decorrer dos ensaios de corona indicando para cada nível a não existência de corona visível, quando for o caso, ou os pontos do conjunto em que tiver sido notado corona visível e polaridade do corona observado;
- f) Curvas RIV x Tensão Aplicada;
- g) Valor do RIV ambiente;
- h) Indicação de modo destacado, nas curvas de RIV e na relação de tensões aplicadas nos ensaios de corona, dos valores correspondentes ao desempenho exigido por esta Especificação Técnica para os conjuntos sendo ensaiados;
- i) Condições atmosféricas na ocasião dos ensaios incluindo temperatura ambiente, pressão barométrica, umidade relativa do ar e altitude do laboratório;
- j) Fotografias dos ensaios de acordo com o especificado.

### 8.1.2 Ensaio de Arco de Potência

Deverão ser realizados ensaios de arco de potência em protótipos de todos os conjuntos de suspensão, passagem e ancoragem dos condutores.

O arranjo do laboratório e dos conjuntos sendo ensaiados deverá reproduzir as condições de utilização das cadeias nas estruturas da LT, principalmente no que se refere às distâncias entre partes vivas e aterradas e ao circuito de retorno da corrente. O comprimento livre de condutor de cada lado do conjunto sendo ensaiado deverá ser 6 m, no mínimo.

As cadeias a serem ensaiadas deverão utilizar isoladores e ferragens idênticos aos adquiridos para as linhas de transmissão.

Qualquer folga nas cadeias deverá ser removida com auxílio de pesos adicionais ou outro método adequado. Todas as cupilhas deverão estar instaladas corretamente.

O arco poderá ser escorvado com fio de cobre (seção reta  $\leq 1\text{mm}^2$ ) fixado à ferragem do lado aterrado e ao pino de cada terceiro isolador, até atingir o último isolador da cadeia (lado energizado).

Um protótipo de cada conjunto deverá ser submetido a três correntes de arco com valor de 50 kA, valor eficaz, alimentação desbalanceada com retorno simétrico para a fase central e cadeias de ancoragem, e assimétrico para as cadeias de suspensão I. Duração de 0,10s, 0,10s e 0,30s.

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 40 de 69



Um segundo protótipo de cada conjunto deverá ser submetido a três correntes de arco com valor de 50 kA, valor eficaz, alimentação desbalanceada com retorno simétrico para a fase central e cadeias de ancoragem, e assimétrico para as cadeias de suspensão I. Duração de 0,20s, 0,20s e 0,50s.

O intervalo mínimo de tempo entre aplicação das correntes deverá ser de 20 minutos.

São indicadas a seguir as correntes a serem aplicadas nos ensaios dos dois protótipos de cada conjunto:

Linha de Transmissão	Corrente de Arco (valor eficaz)	
	Alimentação Desbalanceada	Alimentação Balanceada
LT 525 kV	50 kA	20 kA

Os ensaios deverão ser filmados com velocidade apropriada para registrar claramente a ação dos arcos sobre os conjuntos de isoladores e ferragens.

Após aplicação das séries de três correntes de arco os conjuntos deverão ser fotografados e, em seguida, completamente desmontados. Todos os componentes dos conjuntos ensaiados deverão ser fotografados individualmente. As fotografias deverão indicar a posição relativa do item no conjunto.

Após a desmontagem os componentes dos conjuntos ensaiados que, na opinião dos representantes da CONTRATANTE, tiverem sido afetados pelas correntes de arco deverão ser individualmente submetidos a ensaios de tração até a ruptura.

Os conjuntos de suspensão, passagem e ancoragem do condutor serão considerados aprovados se, após os ensaios:

- Não ocorrer a separação de nenhum componente ou isolador das cadeias;
- As cargas de ruptura dos componentes ensaiados a tração forem superiores a 80% do valor mínimo garantido pelo Fornecedor;
- Não ocorrer a danificação de anéis e/ou outros dispositivos de proteção que obrigue a substituição dos mesmos e caso isto ocorra, os dispositivos deverão ser redimensionados e os testes deverão ser refeitos.

Até 20 dias corridos após a conclusão dos ensaios o Fornecedor deverá apresentar um relatório completo e separado para cada conjunto ensaiado contendo, pelo menos, as seguintes informações:

- Descrição detalhada do conjunto ensaiado e cópia do desenho correspondente de modo a determinar, de maneira inequívoca, que o item ensaiado é idêntico ao que será fornecido. A descrição deve indicar o diâmetro dos condutores utilizados;

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 41 de 69

- b) Desenhos do arranjo adotado para os ensaios com detalhes e dimensões em quantidade suficiente para demonstrar que foram atendidos os requisitos especificados;
- c) Diagrama detalhado dos circuitos utilizados nos ensaios;
- d) Correntes utilizadas nos ensaios e sua duração;
- e) Oscilogramas (ou equivalente) das correntes e tensões aplicadas;
- f) Fotografias dos conjuntos ensaiados e de seus componentes;
- g) Carga de ruptura dos componentes das cadeias submetidos aos ensaios de tração especificados;
- h) Condições atmosféricas na ocasião dos ensaios incluindo temperatura ambiente, pressão barométrica, umidade relativa do ar, altitude do laboratório e velocidade do vento (caso o ensaio seja realizado ao ar livre).

### 8.1.3 Ensaio de Ciclo Térmico

O ensaio deverá ser feito em quatro protótipos dos grampos de ancoragem à compressão e terminais de passagem e dos conjuntos de emenda dos condutores.

O ensaio deverá ser realizado de acordo com o estabelecido na norma NEMA C119.4, método CCT, classe C (125 ciclos).

### 8.1.4 Ensaio de Carga de Escorregamento

O ensaio deverá ser efetuado em quatro protótipos de cada grampo de suspensão para obtenção da carga de escorregamento dos grampos em função do torque aplicado nos parafusos de fixação da calha.

Os ensaios deverão ser realizados de acordo com os requisitos desta Especificação Técnica e, quando aplicável, da norma IEC 61284.

Os conjuntos sendo ensaiados deverão ser presos ao equipamento de ensaio de forma a simular suas fixações em condições normais de operação, não sendo permitido o uso de qualquer dispositivo para aumentar a pressão sobre os cabos. Os cabos utilizados deverão ser aqueles para o qual o conjunto foi projetado. O comprimento livre dos cabos no lado em que será aplicada a carga deverá ser, no mínimo, 5 m.

Com os parafusos de fixação apertados com o torque recomendado pelo Fornecedor a carga especificada deverá ser aplicada e mantida durante um minuto sem que haja escorregamento do cabo.

Em seguida a carga aplicada deverá ser gradualmente aumentada até a ocorrência do deslizamento do cabo no interior do conjunto. O valor em que ocorrer o deslizamento deverá ser registrado no respectivo relatório de ensaio.

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 42 de 69

### 8.1.5 Ensaio de Resistência à Ruptura

Os ensaios deverão ser efetuados em quatro protótipos de todos os componentes das cadeias para os condutores e cabos para-raios, dos acessórios para os condutores e cabos para-raios, dos conjuntos para fixação dos estais e das hastes de âncora e acessórios.

Os ensaios deverão ser realizados de acordo com os requisitos desta Especificação Técnica e, quando aplicável, da norma IEC 61284.

As cargas deverão ser aplicadas às peças em condições e direção semelhantes às normais de operação e de lançamento e nivelamento dos cabos, conforme o caso.

Para os grampos de ancoragem e conjuntos de emenda dos condutores e para os conjuntos de fixação dos estais o comprimento do cabo através do qual será aplicada a carga deverá ser, no mínimo, 5 m.

Para os grampos de suspensão a carga deverá ser aplicada através de cabo com diâmetro igual ao do cabo para o qual o grampo foi projetado. O ângulo de saída deverá ser igual aos ângulos especificados no item 4.4. Os parafusos de fixação da calha deverão ser apertados com o torque recomendado pelo FORNECEDOR.

Para as hastes de âncora e acessórios deverão ser utilizados dois protótipos das hastes de âncora, a serem ensaiados isoladamente, e dois protótipos do conjunto completo incluindo chapa de ancoragem, porca, contraporca, haste, luva de emenda e olhal.

O ensaio deverá ser iniciado submetendo-se as amostras durante um minuto a 60% de sua carga mínima de ruptura ou escorregamento garantida.

Após esse período as amostras deverão ser descarregadas e inspecionadas não devendo apresentar trincas, fissuras ou qualquer outro defeito visível a olho nu. Deverá ser possível desmontar as peças manualmente sendo tolerado o uso de pequenas ferramentas de mão para remover contrapinos e porcas. O descarregamento não será necessário no caso dos grampos de ancoragem e luvas de emenda a compressão.

Em seguida a carga de ensaio deverá ser elevada gradualmente até a carga mínima de ruptura ou escorregamento garantida e mantida nesse valor por um minuto sem que ocorra ruptura ou escorregamento da peça sendo ensaiada.

Finalmente as amostras deverão ser carregadas até a ruptura e, após a desmontagem, inspecionadas para verificar a ocorrência de falhas de fabricação não visíveis antes dos ensaios. Os valores em que ocorrer a ruptura ou escorregamento deverão ser registrados nos respectivos relatórios de ensaio.

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 43 de 69

### 8.1.6 Ensaio de Carga Cíclica do Conjunto de Fixação dos Estais

Dois conjuntos (superior e inferior) de fixação dos cabos de estai deverão ser submetidos a ensaio de carga cíclica com as características indicadas a seguir:

- a) Carga mínima: 10% da carga de ruptura do conjunto;
- b) Carga máxima: 40% da carga de ruptura do conjunto;
- c) Frequência: 8 a 10 ciclos por minuto;
- d) Duração: 104 ciclos.

Após os  $10^4$  ciclos de carga os conjuntos deverão ser carregados até sua carga mínima de ruptura garantida, a qual deverá ser mantida por um minuto sem que ocorra escorregamento ou ruptura de qualquer componente.

Os conjuntos deverão ser ensaiados com as respectivas ferragens de fixação às estruturas ou às fundações.

### 8.1.7 Ensaio de Vibração dos Conjuntos de Fixação dos Estais

Um conjunto completo para cada tipo de torre com comprimento de cabo adequado (a ser aprovado pela CONTRATANTE) fixado em suas extremidades pelos conjuntos de ferragens de fixação superior e inferior deverá ser montado e submetido a um ensaio de vibração com as seguintes características:

- a) Carga aplicada: 10% da carga de ruptura do conjunto;
- b) Frequência (f): Uma das frequências de ressonância do conjunto, situada entre 10 Hz e 50 Hz;
- c) Amplitude pico a pico (Y): tal que o produto  $Yf \approx 150$  mm/s;
- d) Duração:  $10^7$  ciclos.

Após os  $10^7$  ciclos de vibração os conjuntos deverão ser carregados até sua carga mínima de ruptura garantida, a qual deverá ser mantida por um minuto sem que ocorra escorregamento ou ruptura de qualquer componente.

Os conjuntos deverão ser ensaiados com as respectivas ferragens de fixação às estruturas e às fundações.

### 8.1.8 Ensaio nas Cadeias em V e Ancoragem

O FORNECEDOR deverá simular em suas instalações as situações das cadeias em V e de ancoragem com 4 condutores montadas, em arranjos de ensaios a serem acordados com a CONTRATANTE, visando comprovar a estabilidade dos seus projetos.

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 44 de 69

Os arranjos deverão reproduzir os carregamentos a que cada cadeia será submetida durante as operações de lançamento, nivelamento e grampeamento dos cabos e, também, as condições usuais de carga após a entrada em operação da LT.

### **8.1.9 Ensaio das Esferas de Sinalização**

Quatro protótipos de cada esfera de sinalização deverão ser submetidos aos seguintes ensaios, realizados conforme especificado na norma NBR 15237:

- a) Resistência ao intemperismo artificial;
- b) Absorção de água;
- c) Vibração;
- d) Estabilidade dinâmica.

## **8.2 Ensaios de Rotina**

Caracteriza-se como Ensaio de Rotina todas as verificações, ensaios, análises e exames feitos durante os vários estágios do processo de fabricação, para assegurar que o mesmo está se processando normalmente e que nenhum defeito está sendo causado por mão-de-obra deficiente, componente ou material defeituoso ou manuseio inadequado.

Os Ensaios de Rotina devem ser sistematicamente realizados pelo FORNECEDOR, de modo a garantir a qualidade das matérias primas utilizadas e do processo de fabricação.

Ficará a critério da CONTRATANTE o envio de Inspetores para acompanhar os Ensaios de Rotina.

Sempre que solicitado, o FORNECEDOR deve apresentar ao Inspetor da CONTRATANTE os relatórios dos Ensaios de Rotina que forem sendo executados durante a fabricação, com os resultados e quantidades ensaiadas.

Os procedimentos de controle de qualidade do Fornecedor deverão incluir, no mínimo, os ensaios e verificações relacionados nos próximos subitens.

### **8.2.1 Peças Forjadas**

Matéria prima	Exame visual, ensaios mecânicos e análise química.
Após forjadas	Exame visual e dimensional, ensaios metalográficos.
Após tratamento térmico	Ensaio mecânicos e metalográficos.
Após zincagem	Espessura, acabamento e aderência da camada de zinco.
Peças acabadas	Exame visual e dimensional, ensaios mecânicos, compatibilidade com outras peças.

<b>Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios</b>	<b>Número documento</b>
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 45 de 69

### 8.2.2 Peças Fundidas

Matéria prima	Exame visual e análise química.
Após fundidas	Exame visual e dimensional.
Após tratamento térmico	Ensaio mecânicos e metalográficos.
Após zincagem	Espessura, acabamento e aderência da camada de zinco.
Peças acabadas	Exame visual e dimensional, ensaios mecânicos, compatibilidade com outras peças.

### 8.2.3 Chapas e Perfis Laminados

Matéria prima	Exame visual e dimensional, ensaios mecânicos e análise química.
Após operações de corte, furação e dobramento	Exame visual e dimensional.
Após tratamento térmico e soldagem (se aplicável)	Exame visual e dimensional, exame das soldas.
Após zincagem	Espessura, acabamento e aderência da camada de zinco.
Peças acabadas	Exame visual e dimensional, ensaios mecânicos, compatibilidade com outras peças.

### 8.2.4 Partes Não Metálicas

Matéria prima	Análise química.
Durante a fabricação	Propriedades elétricas e mecânicas.
Peças acabadas	Exame visual e dimensional, compatibilidade com outras peças.

### 8.2.5 Inspeção por Partículas Magnéticas

Antes da zincagem amostras das peças (fundidas ou forjadas) de material ferroso deverão ser submetidas à inspeção magnética na presença do Inspetor da CONTRATANTE de acordo com a norma ASTM E709.

Caso a CONTRATANTE autorize por escrito a realização da inspeção magnética sem a presença de seu Inspetor o Fornecedor deverá apresentar certificados comprovando que as amostras das peças foram submetidas à referida inspeção.

Todas as seções das peças deverão ser inspecionadas, inclusive parafusos e pinos, utilizando magnetização circular e longitudinal pelo método contínuo. Deverão ser

<b>Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios</b>	<b>Número documento</b>
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 46 de 69

utilizadas partículas magnéticas fluorescentes como meio de inspeção. A intensidade e direção dos campos magnéticos deverão ser selecionadas de modo a detectar trincas, vazios, esfoliações, escórias, emendas, defeitos superficiais e outras imperfeições que possam afetar o desempenho das peças.

Os lotes representados por amostras que apresentarem defeitos irreparáveis serão rejeitados. Entende-se por "defeito reparável" uma irregularidade superficial que possa ser removida por esmerilhamento ou polimento sem reduzir as dimensões e resistência mecânica da peça em relação aos valores de projeto.

Caso as peças ensaiadas apresentem defeitos irreparáveis o Fornecedor deverá proceder a ensaios e inspeções adicionais em sua linha de produção para determinar a causa de tais defeitos.

### **8.2.6 Inspeção Radiográfica**

O ensaio deverá ser efetuado nos grampos de suspensão de alumínio, por amostragem (pelo menos um grampo para cada 500 fabricados ou fração), para exame das verdadeiras condições internas dos mesmos.

O relatório dos ensaios deverá incluir informações referentes aos graus de descontinuidade adotados para aceitação ou rejeição das peças ensaiadas tomando como base as radiografias de referência constantes da norma ASTM E155.

### **8.3 Ensaios de Recebimento**

São caracterizados como Ensaios de Recebimento todas as verificações, ensaios, análises e exames feitos nos componentes acabados, na presença do Inspetor da CONTRATANTE, visando garantir a conformidade dos materiais a serem fornecidos e de suas embalagens com o exigido nesta Especificação Técnica.

Os Ensaios de Recebimento devem ser realizados pelo FORNECEDOR, na presença dos Inspetores da CONTRATANTE, de modo a garantir a qualidade dos produtos acabados e de sua embalagem.

O FORNECEDOR deve comunicar as datas de realização dos ensaios com 30 dias de antecedência para ensaios no Brasil e 60 dias de antecedência para ensaios fora do Brasil, para que possa ser assegurada a presença dos Inspetores da CONTRATANTE.

Após cada série de Ensaios de Recebimento, o FORNECEDOR deve entregar ao Inspetor da CONTRATANTE, para aprovação, relatórios completos dos ensaios realizados. Nenhum material será liberado para embarque antes do recebimento desses relatórios, a menos que a CONTRATANTE dispense essa exigência, por escrito, para cada caso específico.

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 47 de 69

Os critérios de amostragem e aceitação/rejeição para os Ensaios de Recebimento são os definidos de acordo com as normas aplicáveis aos materiais em questão e o exigido nesta Especificação Técnica.

As amostras para realização dos Ensaios de Recebimento devem ser selecionadas pelos Inspectores da CONTRATANTE, a não ser que haja autorização, por escrito, para proceder de outra forma.

As amostras serão selecionadas aleatoriamente pelo Inspetor, a partir de cada lote. O Inspetor poderá selecionar, a seu critério, mais amostras de qualquer lote de material e submetê-las aos ensaios, quando se verificar necessidade pela composição do lote.

Um lote deve ser considerado como um conjunto de itens do qual serão tiradas amostras para verificar sua conformidade com os requisitos desta Especificação Técnica.

Cada lote deve consistir de itens do mesmo tipo, grau, classe, forma e composição, fabricados essencialmente sob as mesmas condições e no mesmo período de produção e oferecidos para inspeção de uma vez.

No caso de ensaios de zincagem, se mais de um tipo de item for zincado ao mesmo tempo, um lote é considerado como todos os materiais zincados sob as mesmas condições, na mesma cuba e pelo mesmo operador, durante um período contínuo de produção.

Cada lote deve ser disposto de forma a assegurar que não venha a ser misturado com material já aprovado ou ainda não ensaiado.

Os ensaios de aceitação deverão incluir, no mínimo, os ensaios e verificações relacionados nos próximos subitens.

### **8.3.1 Zincagem**

Deverão ser retiradas amostras de todos os lotes para verificar a conformidade da zincagem com os requisitos das normas ASTM A123, A153, A411 ou A475, onde aplicável, no que se refere a:

- a) Espessura (peso) da camada de zinco;
- b) Acabamento e aderência da camada de zinco.

### **8.3.2 Resistência Mecânica à Ruptura**

Os ensaios deverão ser efetuados em amostras de todos os componentes das cadeias para os condutores e cabos para-raios, dos acessórios para os condutores e cabos para-raios, dos conjuntos para fixação dos estais e das hastes de âncora e acessórios.

<b>Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios</b>	<b>Número documento</b>
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 48 de 69



Os ensaios deverão ser realizados de acordo com os requisitos desta Especificação Técnica e, quando aplicável, da norma IEC 61284.

A montagem dos conjuntos para os ensaios e a aplicação das cargas deverão ser feitas de acordo com o disposto nesta Especificação Técnica.

O ensaio deverá ser iniciado submetendo-se as amostras durante um minuto a 60% de sua carga mínima de ruptura ou escorregamento garantida.

Após esse período as amostras deverão ser descarregadas e inspecionadas, não devendo apresentar trincas, fissuras ou qualquer outro defeito visível a olho nu. Deverá ser possível desmontar as peças manualmente sendo tolerado o uso de pequenas ferramentas de mão para remover contrapinos e porcas. O descarregamento não será necessário no caso dos grampos de ancoragem e luvas de emenda a compressão.

Em seguida a carga de ensaio deverá ser elevada gradualmente até a carga mínima de ruptura ou escorregamento garantida e mantida nesse valor por um minuto sem que ocorra ruptura ou escorregamento da peça sendo ensaiada.

Finalmente as amostras deverão ser carregadas até a ruptura e, após a desmontagem, inspecionadas de modo a verificar a ocorrência de falhas de fabricação não visíveis antes dos ensaios. Os valores em que ocorrer a ruptura ou escorregamento deverão ser registrados nos respectivos relatórios de ensaio.

As amostras terão falhado no ensaio quando:

- a) Qualquer peça não atender os requisitos definidos por esta Especificação Técnica após ter sido submetida a uma carga de 60% da carga mínima de ruptura ou escorregamento garantida;
- b) Qualquer peça falhar a um valor inferior a carga mínima de ruptura ou escorregamento garantida;
- c) Qualquer peça apresentar defeito de fabricação após a ruptura.

### 8.3.3 Cupilhas dos Engates Concha-Bola

As cupilhas deverão ser submetidas aos ensaios relacionados a seguir em conformidade com os procedimentos, planos de amostragem e critérios de aceitação e rejeição estabelecidos nas normas IEC 60372 e IEC 60383-1. Deverão ser realizados os seguintes ensaios:

- a) Exame visual;
- b) Verificação dimensional;
- c) Resistência ao dobramento;
- d) Dureza;

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 49 de 69

e) Operação.

### 8.3.4 Hastes de Aterramento

As hastes de aterramento deverão ser submetidas aos seguintes ensaios conforme especificado na norma NBR 13571:

- a) Exame visual;
- b) Verificação dimensional;
- c) Espessura do revestimento de cobre;
- d) Aderência do revestimento de cobre.

### 8.3.5 Esferas de Sinalização

As esferas de sinalização deverão ser submetidas aos seguintes ensaios:

- a) Exame visual;
- b) Verificação dimensional;
- c) Zincagem dos conectores de material ferroso, conforme Item 8.3.1 anterior;
- d) Resistência ao impacto, conforme norma ASTM D256;
- e) Escorregamento, conforme item 5.2.1 da norma NBR 15237;
- f) Torque nos parafusos, conforme item 5.2.3 da norma NBR 15237;
- g) Aderência da pintura, conforme norma ASTM D3359 (mínimo – 4A/4B).

### 8.3.6 Acabamento, Encaixe e Dimensões

Amostras de todos os tipos de ferragens e seus componentes deverão ser inspecionadas de modo a comprovar o atendimento aos requisitos desta Especificação Técnica no que se refere a dimensões, tolerâncias, alinhamento, montagem, acabamento e qualidade da superfície.

A inspeção dos parafusos deverá incluir a verificação de colocação e retirada das porcas manualmente sem o uso de ferramentas.

As peças a serem fornecidas deverão ter acabamento compatível com aquele dos protótipos aprovados nos ensaios de tipo e marcados pelo Inspetor como padrões de acabamento.

### 8.3.7 Embalagens

Todas as embalagens devem ser inspecionadas de modo a verificar sua conformidade com os requisitos estabelecidos no item 7 desta Especificação Técnica e aprovados pela CONTRATANTE.

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 50 de 69

Embalagens em desacordo com os requisitos desta Especificação Técnica devem ser rejeitadas e os componentes de interesse devem ser acondicionados em novas embalagens e reapresentados para inspeção.

As embalagens inspecionadas e aprovadas deverão receber marca do Inspetor confirmando sua liberação para embarque. A marca de liberação a ser adotada será informada pela CONTRATANTE ao Fornecedor.

As embalagens deverão ser identificadas com dados a serem pintados com tinta à prova de tempo no lado externo dos volumes. O texto da marcação de identificação, em local visível, deverá conter as seguintes informações gravadas de forma indelével:

- a) Nome do Fornecedor;
- b) Nome da Transmissora.;
- c) Endereço de Entrega;
- d) Material contido – denominação e tipo;
- e) Quantidade;
- f) Peso bruto e peso líquido e tara em kgf;
- g) Dimensões do volume em cm;
- h) Número do volume;
- i) Além de Indicações adicionais que forem previamente solicitadas pelo CONTRATANTE.

O FORNECEDOR deverá enviar o modelo de etiqueta da embalagem, a ser utilizada, para aprovação da CONTRATANTE.

Serão responsabilidade e ônus do Fornecedor os danos ao material causados por insuficiência de proteção ou por embalagens em desacordo com estas Especificações, assim como as despesas necessárias para substituição do material danificado.

Caso usados produtos químicos para a preservação da madeira, o mesmo não deverá ser tóxico para o manuseio das pessoas e não deverão deixar resíduos danosos ao meio ambiente.

#### **8.4 Relatórios de Ensaio**

Dentro de 7 (sete) dias a partir da data de realização dos ensaios, o FORNECEDOR deverá entregar ao Inspetor 2 (duas) cópias dos relatórios dos ensaios.

Estes relatórios deverão incluir:

- Resultados dos ensaios realizados, inclusive aqueles nos quais houve rejeição;
- Resultado de inspeção visual das embalagens e marcações;
- Lista dos lotes que forem aceitos ou rejeitados;
- Tabela características técnicas garantidas para os isoladores.

<b>Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios</b>	<b>Número documento</b>
<b>LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1</b>	Rev. 00
	Folha 51 de 69

## 9 INFORMAÇÕES A SEREM FORNECIDAS PELO FORNECEDOR

Dentro de 30 (trinta) dias corridos após a assinatura do Contrato, o FORNECEDOR deverá entregar, para aprovação da NEOENERGIA, os seguintes documentos:

- a) Desenhos das cadeias de isoladores e conjuntos dos para-raios: os desenhos deverão ser executados em escala adequada e mostrar as vistas e cortes necessários para a sua perfeita compreensão, com indicação das dimensões da cadeia completa e dos elementos componentes, com sua tolerância. Eles deverão possuir uma lista de materiais onde deverão ser indicados os nomes, códigos, dimensões, material e massa de cada componente e a massa total da cadeia.
- b) Desenhos individuais das ferragens componentes das cadeias e dos acessórios: Os desenhos deverão ser executados em escala adequada e mostrar as vistas e cortes necessários para a sua perfeita compreensão, com indicação das dimensões e respectivas tolerância, massa, materiais utilizados e respectivas normas, tipo de proteção contra corrosão e norma aplicável, etc. Os desenhos das ferragens a compressão deverão indicar as dimensões antes e após a compressão e as matrizes aplicáveis.
- c) Desenhos das embalagens: os desenhos deverão indicar todas as dimensões e detalhes relevantes, massa, tipo de tratamento preservativo da madeira, etc.
- d) Cronograma de fabricação, inspeção e entregas.
- e) Manual de Garantia da Qualidade contendo o detalhamento de todos os procedimentos necessários para permitir as auditorias de qualidade dos materiais, processos de fabricação, etc.
- f) Plano de Inspeção e Ensaio, relacionando todos os ensaios de tipo, de rotina e de recebimento a serem realizados, os valores limites a serem observados, as normas pertinentes, os planos de amostragem e os critérios de aceitação e rejeição.
- g) Instruções para movimentação, transporte e armazenamento por tempo prolongado sujeito a intempéries das bobinas.

## 10 GARANTIA

O período de garantia dos materiais deverá ser acordado entre CONTRATANTE e FORNECEDOR.

O Termo de Inspeção e Recepção Técnica será emitido pela CONTRATANTE caracterizando a aprovação dos resultados de todos os ensaios e testes de aceitação em

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 52 de 69

fábrica (inclusive embalagens) realizados para determinar a sua conformidade com as Normas e Especificações Técnicas.

Durante a vigência do período de garantia o FORNECEDOR deverá reparar ou substituir, incluindo a reinstalação, sem qualquer ônus para a CONTRATANTE o material defeituoso devido a eventuais deficiências de projeto, matéria-prima ou fabricação.

O período de garantia deverá ser suspenso em qualquer das seguintes hipóteses:

- Defeito em materiais e/ou componentes que altere o funcionamento em conjunto: em função da extensão da avaria, a CONTRATANTE poderá suspender a garantia de todo o conjunto afetado;
- Defeito em materiais e/ou componentes que não provoque avaria ou alteração do funcionamento em conjunto: neste caso a CONTRATANTE suspenderá a garantia apenas dos materiais e/ou componentes defeituosos, prosseguindo normalmente o período de garantia dos demais materiais.

Para materiais reparados ou substituídos durante a vigência do período de garantia, o FORNECEDOR deverá encaminhar à CONTRATANTE um certificado de garantia suplementar para os materiais reparados ou substituídos e/ou para o conjunto afetado, abrangendo novo período de garantia igual à inicial contados a partir da data efetiva do reparo ou substituição.

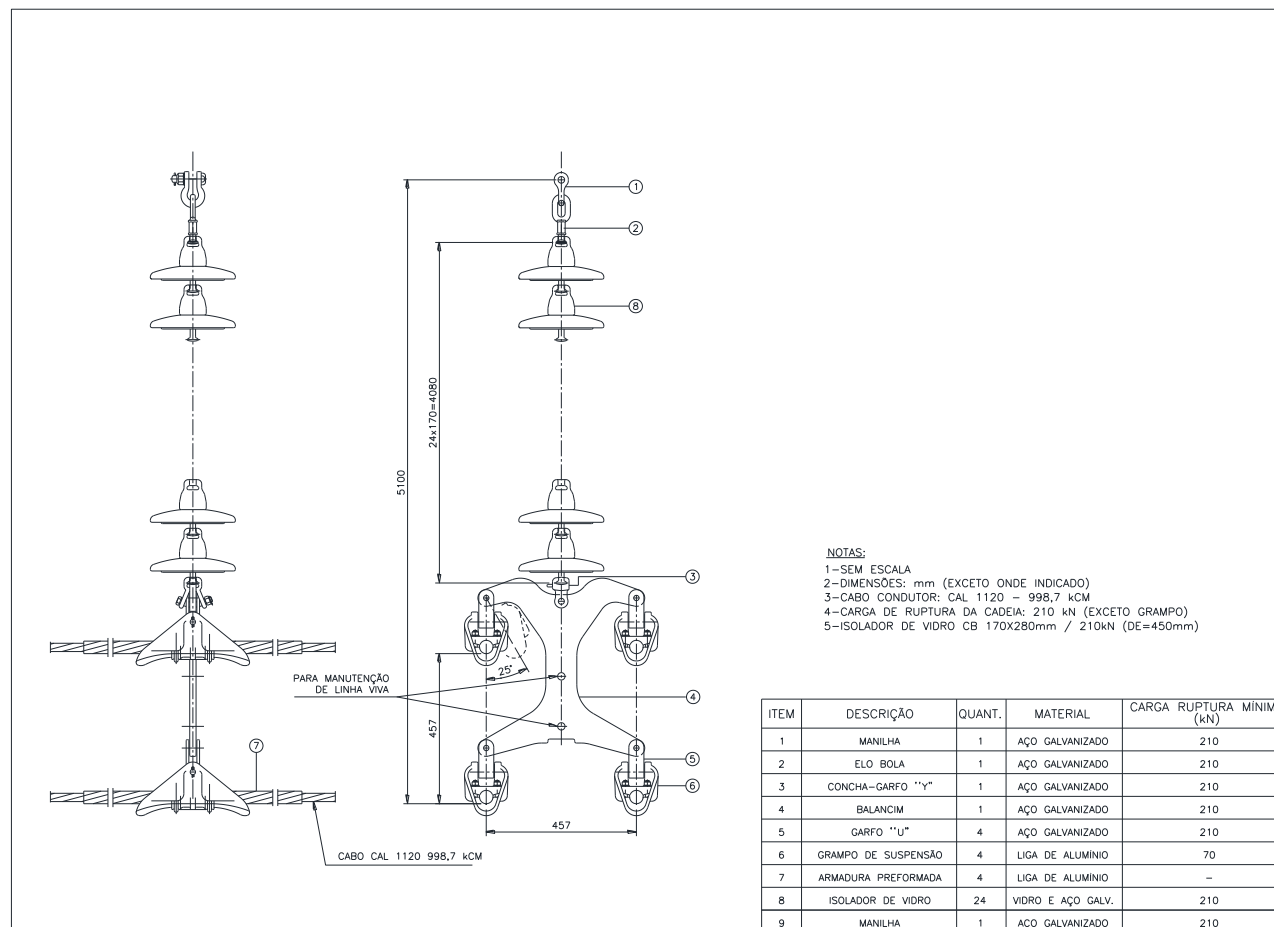
Todos os materiais e/ou componentes que apresentarem defeitos ocultos deverão ser reparados ou substituídos pelo FORNECEDOR, incluindo a reinstalação, de comum acordo com a CONTRATANTE. Entende-se por defeito oculto todo e qualquer defeito que seja constatado após o Período de Garantia, oriundo de falha de projeto, matéria-prima ou fabricação, não se tratando de defeito proveniente do desgaste normal de operação ou uso indevido.

Estas disposições estarão limitadas a um período de 5 (cinco) anos, contados a partir do término do Período de Garantia, sendo de 1 (um) ano o prazo limite para operação dos materiais e/ou componentes defeituosos, desde que o eventual defeito não implique durante o uso em danos progressivos para os materiais e/ou componentes, salvo se outro procedimento for ajustado entre as partes.

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 53 de 69

**ANEXO I**  
**CADEIA DE SUSPENSÃO I SIMPLES PARA CABO CAL 1120 – 998,7 kCM - 210 kN**

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 54 de 69

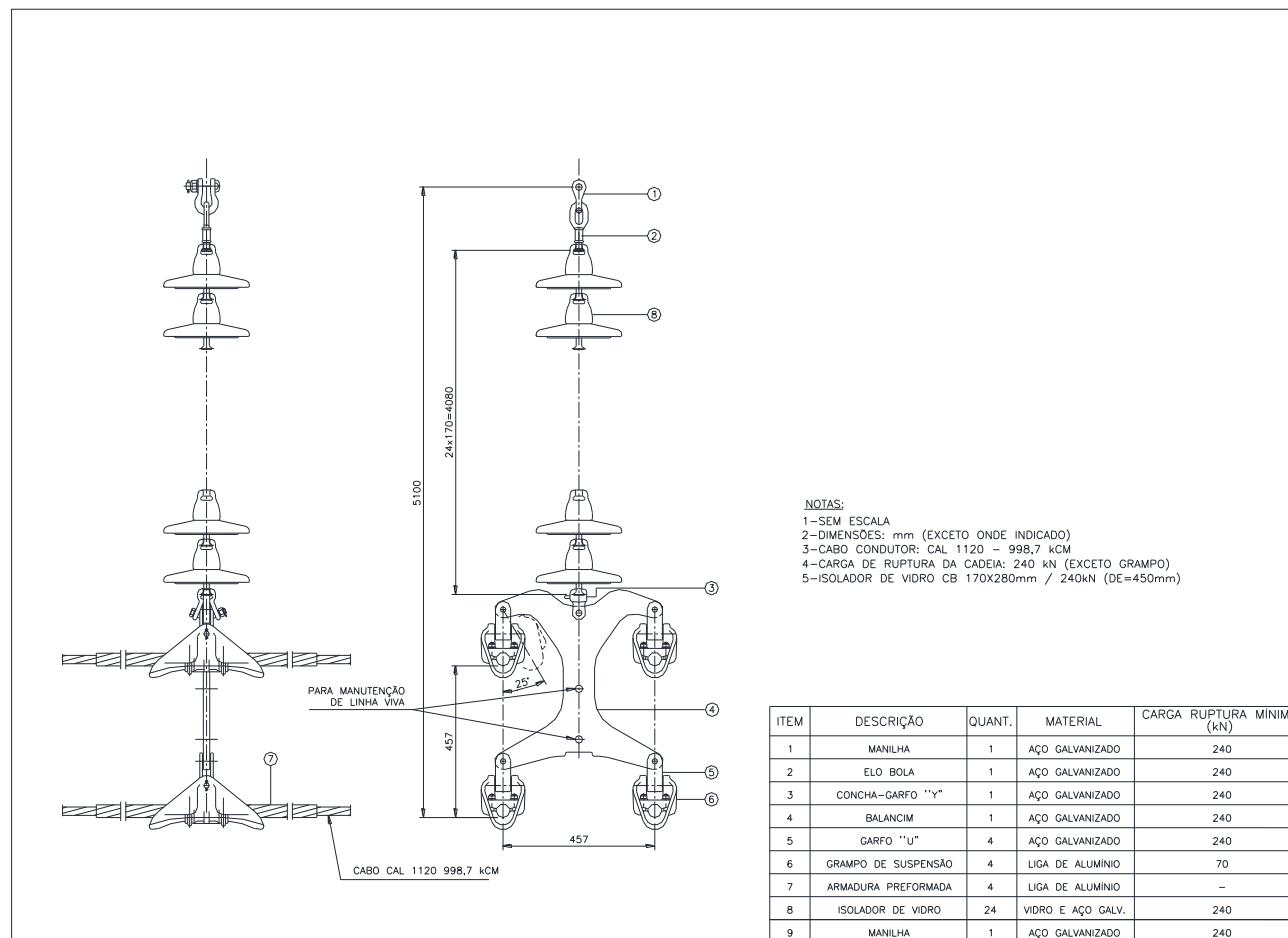


Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 55 de 69

**ANEXO II**  
**CADEIA DE SUSPENSÃO I SIMPLES PARA CABO CAL 1120 – 998,7 kCM - 240 kN**

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 56 de 69

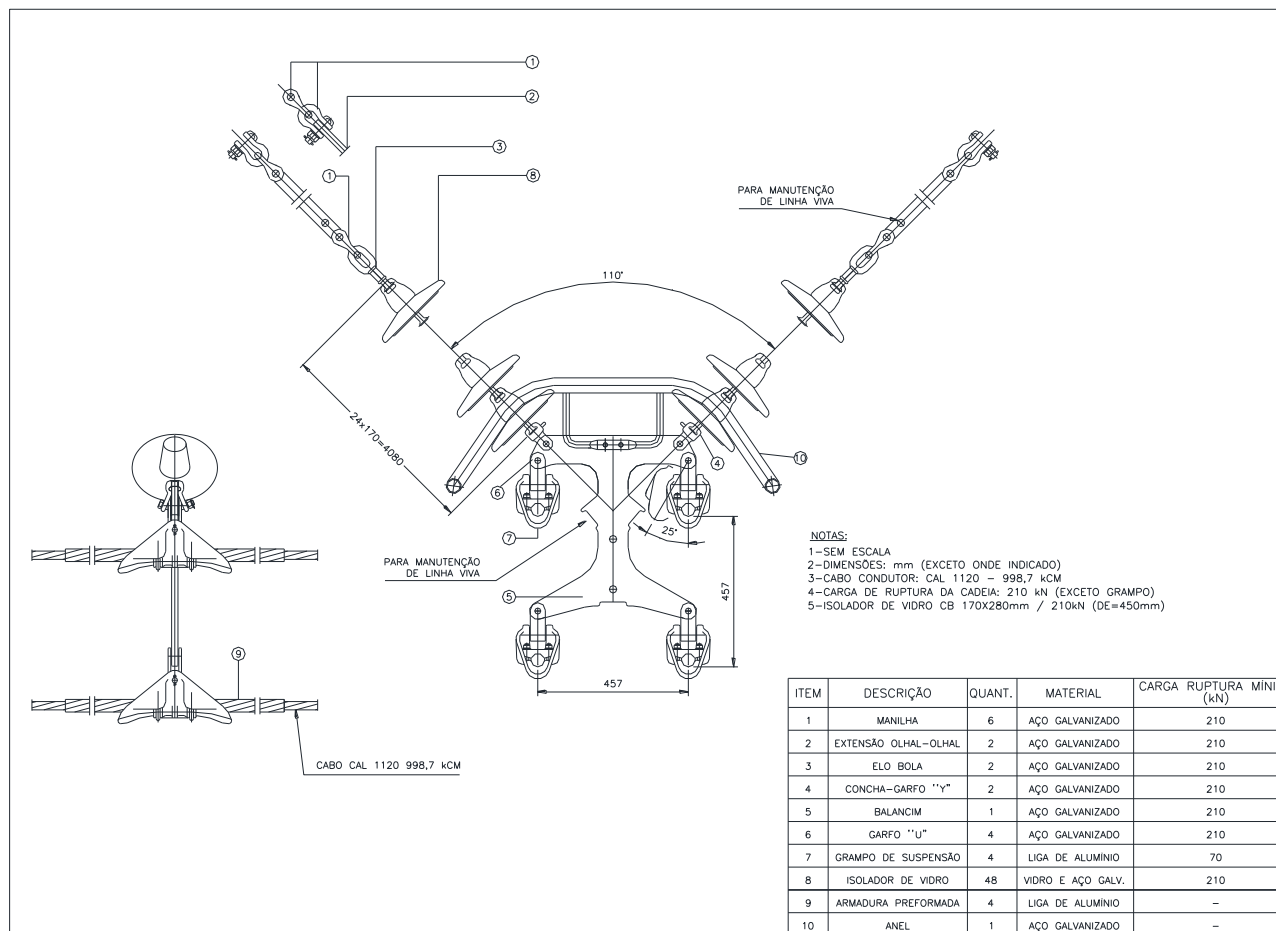




Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 57 de 69

**ANEXO III**  
**CADEIA DE SUSPENSÃO V 110° SIMPLES PARA CABO CAL 1120 – 998,7 kCM – 210 kN**

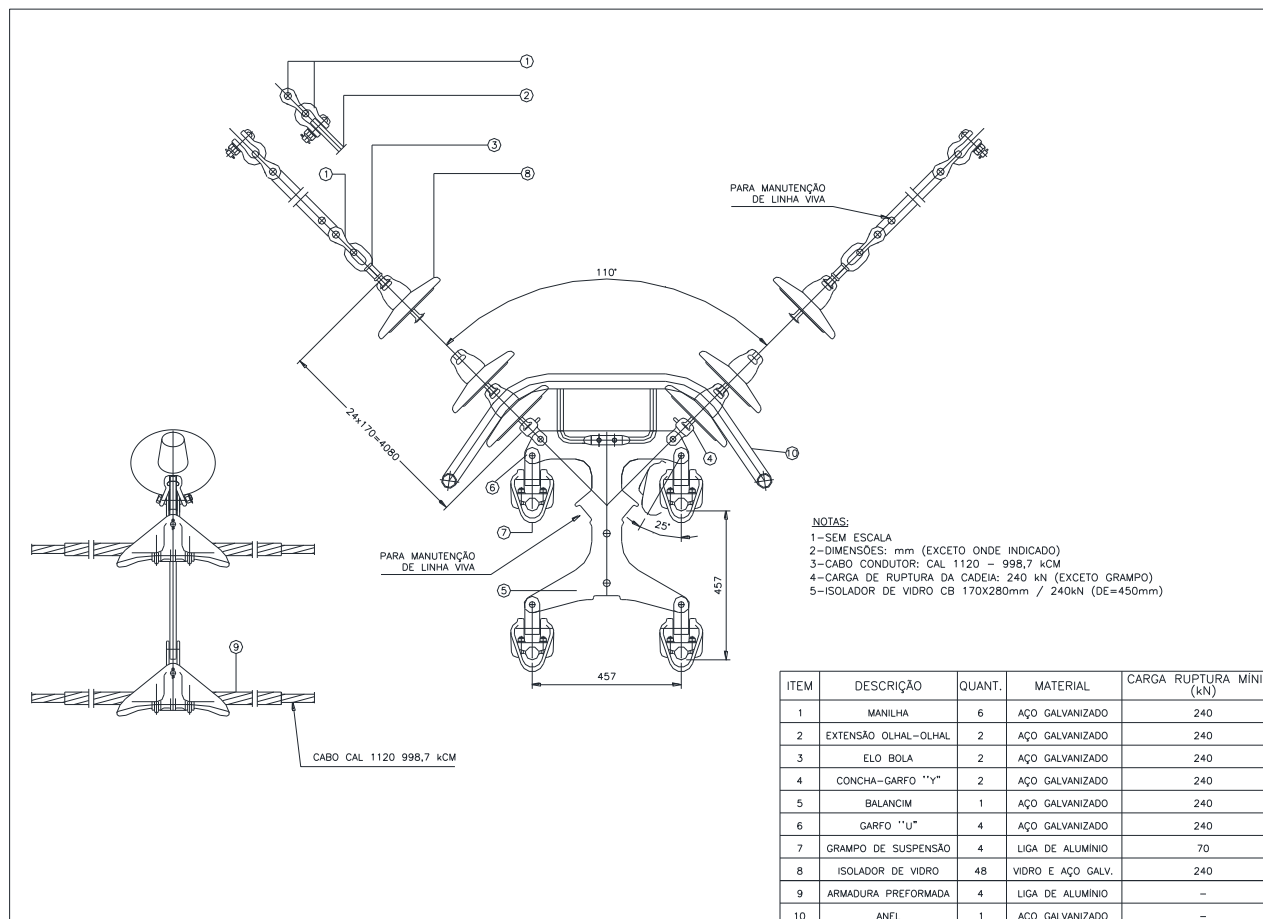
Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 58 de 69



Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 59 de 69

**ANEXO IV**  
**CADEIA DE SUSPENSÃO V 110° SIMPLES PARA CABO CAL 1120 – 998,7 kCM – 240 kN**

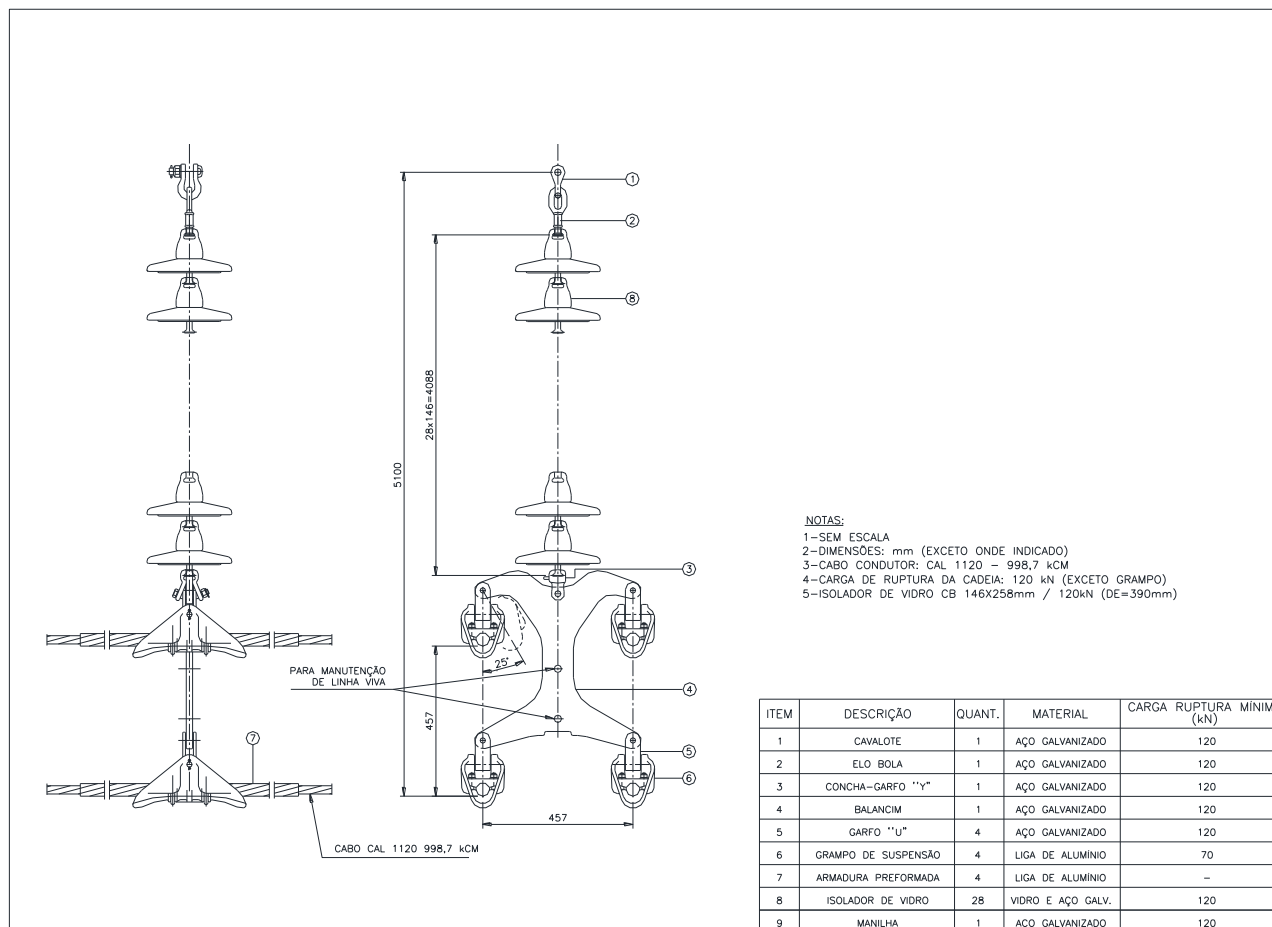
Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 60 de 69



Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 61 de 69

**ANEXO V**  
**CADEIA JUMPER I SIMPLES PARA CABO CAL 1120 – 998,7 kCM - 120 kN**

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 62 de 69

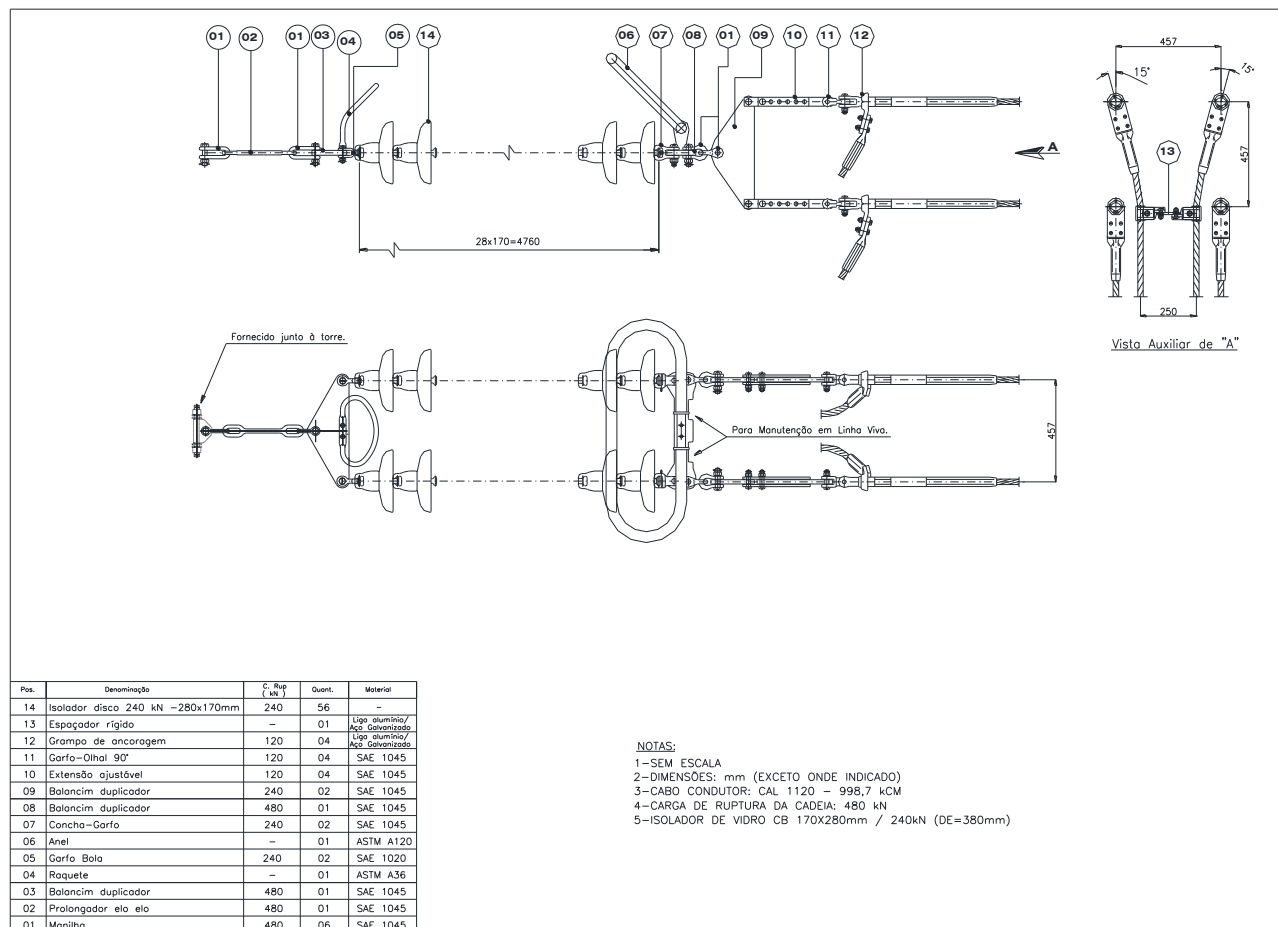


Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 63 de 69

**ANEXO VI**  
**CADEIA DUPLA DE ANCORAGEM PARA CABO CAL 1120 – 998,7 kCM – 2 X 240 kN**

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 64 de 69

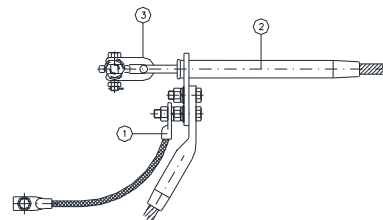




Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 65 de 69

**ANEXO VII**  
**FERRAGENS PARA FIXAÇÃO DO CABO PARA-RAIOS CAA DOTTEREL**

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 66 de 69

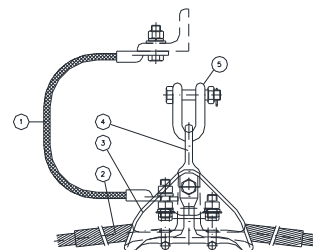


Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	MATERIAL E ACABAMENTO	QUANTIDADE POR FIXAÇÃO	CARGA DE RUPTURA MÍNIMA (kN)
1	CORDALHA DE ATERRAMENTO	LIGA DE ALUMÍNIO	1	-
2	GRAMPO DE ANCORAGEM A COMPRESSÃO	LIGA DE ALUMÍNIO	1	79
3	MANILHA	AÇO FORJADO GALV.	1	120

CONJUNTO DE ANCORAGEM

**NOTAS:**

- 1-DIMENSÕES: mm (EXCETO ONDE INDICADO)  
 2-APLICAÇÃO: CABO CAA 176,9kCM DOTTEREL Ø15,42mm



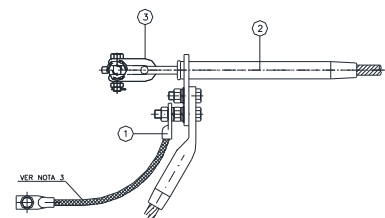
Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	MATERIAL E ACABAMENTO	QUANTIDADE POR FIXAÇÃO	CARGA DE RUPTURA MÍNIMA (kN)
1	CORDALHA DE ATERRAMENTO	LIGA DE ALUMÍNIO	1	-
2	ARMADURA PREFORMADA	ALUMÍNIO	1	-
3	GRAMPO DE SUSPENSÃO	LIGA DE ALUMÍNIO	1	50
4	ELO-OLHAL	AÇO FORJADO GALV.	1	120
5	MANILHA	AÇO FORJADO GALV.	1	120

CONJUNTO DE SUSPENSÃO

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 67 de 69

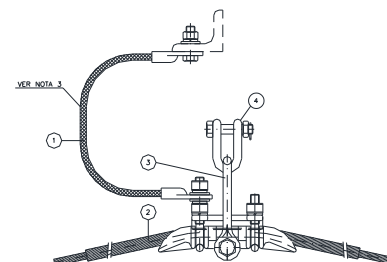
**ANEXO VIII**  
**FERRAGENS PARA FIXAÇÃO DO CABO PARA-RAIOS DE AÇO 3/8" EHS**

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00 Folha 68 de 69



Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	MATERIAL E ACABAMENTO	QUANTIDADE POR FIXAÇÃO	CARGA DE RUPTURA MÍNIMA (kN)
1	CORDOALHA DE ATERRAMENTO	LIGA DE ALUMÍNIO	1	—
2	GRAMPO DE ANCORAGEM A COMPRESSÃO	LIGA DE ALUMÍNIO	1	70
3	MANILHA	AÇO FORJADO GALV.	1	120

CONJUNTO DE ANCORAGEM



Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO	MATERIAL E ACABAMENTO	QUANTIDADE POR FIXAÇÃO	CARGA DE RUPTURA MÍNIMA (kN)
1	CORDOALHA DE ATERRAMENTO	LIGA DE ALUMÍNIO	1	—
2	ARMADURA PREFORMADA	AÇO GALVANIZADO	1	—
3	GRAMPO DE SUSPENSÃO	FERRO FUND. GALV.	1	42
4	MANILHA	FERRO FUND. GALV.	1	120

CONJUNTO DE SUSPENSÃO

**NOTAS:**

- 1-DIMENSÕES: mm (EXCETO ONDE INDICADO)  
 2-APLICAÇÃO: CABO DE AÇO GALVANIZADO 3/8" EHS  
 3-SERÁ PERMITIDO A UTILIZAÇÃO DO CABO DE AÇO GALVANIZADO 3/8" EHS EM SUBSTITUIÇÃO DA CORDOALHA DE ATERRAMENTO

Especificação para Fornecimento de Ferragens e Acessórios	Número documento
LT 525 kV Povo Novo - Guaíba 3 C3 e LT 525 kV Capivari do Sul - Siderópolis 2 C1	Rev. 00
	Folha 69 de 69