

ETD 007.01.63

MATERIAIS PRÉ-FORMADOS



Projeto: Novembro de 2010
Palavras Chave: Emenda, Amarração, Rede de Distribuição.

Cooperativas Filiadas a FECEOERGS:



CELETRO
– Cachoeira do Sul –



CERFOX
– Fontoura Xavier –



CERILUZ
– Ijuí –



CERMISSÕES
– Caibaté –



CERTAJA
– Taquari –



CERTEL
– Teutônia –



CERTHIL
– Três de Maio –



CERVALE
– Santa Maria –



COOPERLUZ
– Santa Rosa –



COOPERNORTE
– Viamão –



COOPERSUL
– Bagé –



COPREL
– Ibirubá –



COSEL
– Encruzilhada do Sul –



CRELUZ
– Pinhal –



CREAL
– Erechim –

Esta Norma tem por objetivo estabelecer as condições mínimas exigíveis para o fornecimento do material em referência a ser utilizado nas Redes Aéreas de Distribuição Urbanas e Rurais das regiões de atuação das Cooperativas filiadas ao Sistema FECOERGS.

Elaboração:

Vilson Luiz Coelho	Engenheiro, CREA-SC 010.932-1	Power Engenharia Ltda.
Mílvio Rodrigues de Lima	Engenheiro, CREA-SC 6727	Power Engenharia Ltda.

Aprovação:

Herton Azzolin	Engenheiro, CREA-RS 124.865	COPREL
Marcos Luiz Eidt	Engenheiro, CREA-RS 050.703	COPREL
Francisco Carlos S. de Oliveira	Engenheiro, CREA-RS 048.270	CERTEL
Ederson P. Madruga	Engenheiro, CREA-RS 096.167	CERTAJA
Eleandro Luis M. da Silva	Técnico, CREA-RS 127.488	CERTAJA
Luis Osório M. Dornelles	Engenheiro, CREA-RS 128.117	FECOERGS
Leandro André Hoerlle	Economista, CORECON-RS 7.585	FECOERGS
Sérgio Silvello	Engenheiro, CREA-RS 73.802	CERILUZ
Jorge Leal de Souza	Eletrotécnico, CREA-RS 102.513	CERMISSÕES
Leonardo Stohlrck	Engenheiro, CREA-RS 151.663	COPREL

Sumário

1. Objetivo	1
2. Âmbito de Aplicação	1
3. Documentos de Referência	1
4. Condições Gerais	2
4.1. Definições	2
4.1.1. Material Pré-Formado	2
4.1.2. Vareta	2
4.1.3. Coxim	2
4.1.4. Elementos de Fixação da Alça Pré-Formada Olhal	2
4.2. Inovação Tecnológica	3
4.3. Meio Ambiente	3
4.4. Condições de Operação	3
4.5. Marcação e Identificação	3
4.6. Acabamento	3
4.7. Aspectos Construtivos e de Instalação	4
5. Condições Específicas	4
5.1. Características Construtivas	4
5.1.1. Dimensões	4
5.1.2. Material	4
5.1.3. Varetas	4
5.1.4. Isolador do Seccionador de Cerca	4
5.1.5. Elementos de Fixação da Alça Pré-Formada Olhal	4
5.1.6. Coxim	5
5.1.7. Material abrasivo	5
5.2. Características Mecânicas	5
6. Condições de Fornecimento	5
6.1. Homologação	5
6.2. Acondicionamento	5
6.3. Garantia	6
7. Inspeção e Ensaios	6
7.1. Generalidades	6
7.2. Classificação dos ensaios	7
7.2.1. Ensaios de Tipo	7
7.2.2. Ensaios de Recebimento	7
7.2.3. Ensaios Complementares	7
7.3. Metodologia dos Ensaios	8
7.3.1. Generalidades	8
7.3.2. Inspeção Geral	8
7.3.3. Verificação Dimensional	9
7.3.4. Ensaio de Resistência ao Escorregamento ou Ruptura	9
7.3.5. Ensaio de Resistência ao Escorregamento	10
7.3.6. Ensaio de Resistência ao Arrancamento	10
7.3.7. Ensaio de Carga Cíclica	11
7.3.8. Ensaio de Vibração	11
7.3.9. Ensaio de Carga Mantida	11
7.3.10. Ensaio de Impacto	12
7.3.11. Ensaio de Revestimento de Zinco	12
7.3.12. Ensaio de Revestimento de Alumínio	13
7.3.13. Ensaio para a Determinação da Composição Química	13
7.3.14. Ensaio de Tensão Suportável à Freqüência Industrial a Seco e Sob Chuva	13

7.3.15. Ensaio de Corrosão por Exposição à Névoa Salina	13
7.3.16. Ensaio de Corrosão por Exposição a Dióxido de Enxofre	14
7.3.17. Ensaio de Radio Interferência para Materiais Pré-Formados.....	14
7.3.18. Ensaio de Aquecimento	14
7.3.19. Ensaio de Ciclos Térmicos com Curtos-Circuitos.....	15
7.3.20. Ensaio de Intemperismo Artificial	16
7.3.21. Ensaio de Resistência a Propagação de Chama	16
7.3.22. Ensaio de Resistência ao Ozônio	16
7.4. Relatórios de Ensaio	16
7.5. Planos de Amostragem	17
7.5.1. Ensaio de Tipo ou Complementares	17
7.5.2. Ensaio de Recebimento	17
7.6. Critérios de Aceitação e Rejeição	19
7.6.1. Critérios para Aceitação ou Rejeição nos Ensaio de Tipo e Complementares	20
7.6.2. Critérios para Aceitação ou Rejeição nos Ensaio de Recebimento.....	20
8. Desenhos	21
8.1. Padrão M-01.1: Alça Pré-Formada de Distribuição	21
8.2. Padrão M-01.3: Alça Pré-Formada de Distribuição para Cabos Cobertos.....	23
8.3. Padrão M-02: Alça Pré-Formada para Cordoalhas de Aço MR.....	25
8.4. Padrão M-03: Alça Pré-Formada de Serviço	26
8.5. Padrão M-04: Alça Pré-Formada Olhal de Distribuição.....	27
8.6. Padrão M-05: Alça Pré-Formada Dupla de Distribuição.....	28
8.7. Padrão M-13: Laço Pré-Formado de Roldana.....	29
8.8. Padrão M-14: Laço Pré-Formado de Topo.....	30
8.9. Padrão M-15: Laço Pré-Formado Lateral	32
8.10. Padrão M-17: Laço Pré-Formado Duplo Lateral.....	34
8.11. Padrão M-26: Seccionador Pré-Formado de Cerca	36
8.12. Padrão M-27: Pré-Formado Tipo L para Aterramento de Cerca	37
8.13. Padrão M-28: Emenda Pré-Formada para Cordoalhas de Aço.....	38
8.14. Padrão O-20: Emenda Pré-Formada Condutora	39
8.15. Padrão O-21: Emenda Pré-Formada Total.....	41
8.16. Detalhe para Ensaio de Resistência ao Escorregamento ou Ruptura Mínima.....	43
8.17. Detalhe para Ensaio de Escorregamento	44
8.18. Detalhe para Ensaio de Arrancamento	45
8.19. Detalhe para Ensaio de Carga Cíclica	47
8.20. Detalhe para Ensaio de Vibração	48
8.21. Detalhe para Ensaio de Carga Mantida	51
8.22. Detalhe para Ensaio de Carga Impacto	52
8.23. Detalhe para Ensaio de Ciclo Térmico e Aquecimento	53

1. Objetivo

Esta especificação fixa as exigências mínimas para fabricação, aquisição e recebimento de materiais pré-formados, a serem utilizados em redes aéreas de distribuição de energia elétrica com tensão máxima de operação até 36,2kV.

2. Âmbito de Aplicação

Aplica-se às cooperativas de eletrificação pertencentes ao Sistema FECOERGS e respectivos fabricantes e fornecedores.

3. Documentos de Referência

Para fins de projeto, seleção de matéria-prima, fabricação, controle de qualidade, inspeção, acondicionamento e utilização dos pré-formados, esta especificação adota as normas abaixo relacionadas:

NBR 5024 – Ligas-mãe de cobre.

NBR 5370 – Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência.

NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos.

NBR 5996 – Zinco primário.

NBR 6323 – Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido.

NBR 6547 – Ferragem de linha aérea.

NBR 6756 – Fios de aço zincados para alma de cabos de alumínio e alumínio-liga.

NBR 6834 – Alumínio e suas ligas – Classificação da composição química.

NBR 6936 – Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão.

NBR 7397 – 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.

NBR 7398 – Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente – Verificação da aderência do revestimento – Método de ensaio.

NBR 7400 – Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido por imersão a quente – Verificação da uniformidade do revestimento – Método de ensaio.

NBR 7875 – Instrumentos de medição de rádio-interferência na faixa de 0-15 a 30 MHz – Padrão CISPR.

NBR 7876 – Linhas e equipamentos de alta tensão – Medição de rádio-interferência na faixa de 0 -15 a 30 MHz.

NBR 8094 – Material Metálico Revestido e não Revestido – Corrosão por exposição a névoa salina.

NBR 8096 – Material Metálico Revestido e não Revestido – Corrosão por exposição ao dióxido de enxofre.

NBR 8120 – Fio de Aço-cobre – encruado para fins elétricos.

NBR 8360 – Elastômero vulcanizado – Envelhecimento acelerado em câmara de ozônio – Ensaio estático.

NBR 9893 – Cupilha para pinos ou parafusos de articulação.

NBR 10711 – Fios de aço-alumínio nus – encruados – de seção circular para fins elétricos.

NBR 11788 – Conectores de alumínio para ligações aéreas de condutores elétricos em sistemas de potência.

NBR 15688 – Redes de distribuição aérea de energia elétrica com condutores nus.

NBR NM 87 – Aços carbono e ligados para construção mecânica – Designação e composição química.

ASTM A-428 – Standard Test Method for Weight (Mass) of Coating on Aluminum – Coated Iron or Steel Articles.

ASTM A-474 – Standard Specification for Aluminum – Coated Steel Wire Strand.

ASTM A-475 – Standard Specification for Zinc-Coated Steel Wire Strand.

ASTM B-228 – Standard Specification for Concentric-Lay-Stranded Copper-Clad Steel Conductors.

ASTM B-341 – Standard Specification for Aluminum – Coated (Aluminized) Steel – Core Wire for Aluminum Conductors, Steel Reinforced (ACSR/AZ).

ASTM G-155 – Standard Practice for Operating Xenon Arc Light Apparatus for Exposure of Non-Metallic Materials

PTD 035.01.02 – Padrão de Estruturas.

As siglas acima referem-se a:

NBR: Norma Brasileira Registrada da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

ASTM: American Society for Testing and Materials.

PTD: Padrão Técnico – Distribuição, do Sistema FECOERGS.

As normas aqui mencionadas não excluem outras reconhecidas, desde que assegurem qualidade igual ou superior. Em casos de dúvidas ou divergências prevalecerá o que está estabelecido nesta especificação em seguida nas normas recomendadas. Nos casos em que estas normas forem omissas poderão ser aceitas outras apresentadas pelos fabricantes desde que aprovadas pela FECOERGS.

4. Condições Gerais

4.1. Definições

Os termos técnicos utilizados nesta especificação estão de acordo com as normas mencionadas no item 3 e com as seguintes definições:

4.1.1. Material Pré-Formado

Vareta ou conjunto de varetas conformadas helicoidalmente utilizada para a fixação, amarração e sustentação de condutores, cordoalhas e arames;

4.1.2. Vareta

Cada uma das hastes metálicas que compõem o material pré-formado.

4.1.3. Coxim

Tubo de elastômero seccionado longitudinalmente que deve ser aplicado sobre o condutor nu a fim de evitar abrasão entre este e o isolador. Este acessório é utilizado somente com laços pré-formados.

4.1.4. Elementos de Fixação da Alça Pré-Formada Olhal

Componentes de fixação entre a alça pré-formada olhal e o isolador de ancoragem, composto por pino, arruela redonda e cupilha.

4.2. Inovação Tecnológica

As inovações tecnológicas resultantes de desenvolvimentos técnico-científicos devem ser incorporadas ao projeto, matéria prima e mão-de-obra de fabricação deste material, desde que assegurem qualidade igual ou superior às exigidas por esta especificação.

4.3. Meio Ambiente

Em todas as etapas de fabricação, transporte e recebimento devem ser cumpridas as legislações ambientais federais, estaduais e municipais, quando aplicáveis. O fabricante deverá apresentar descrição de alternativas para descarte deste material após o final de sua vida útil.

4.4. Condições de Operação

Os pré-formados abrangidos por esta especificação, quando instalados conforme o padrão de estruturas PTD 035.01.02, devem operar adequadamente nas seguintes condições:

- a. altitude não superior a 1000m;
- b. temperatura máxima do ar ambiente de 40°C e o valor médio obtido num período de 24 horas, não superior a 35°C;
- c. temperatura mínima do ar ambiente não inferior a - 10°C;
- d. umidade do ar de até 100%;
- e. pressão do vento não superior a 700Pa (70daN/m²);
- f. frequência nominal do sistema elétrico igual a 60Hz.

4.5. Marcação e Identificação

Os materiais pré-formados devem ser identificados por meio de etiqueta adesiva ou através de gravação diretamente na superfície externa da vareta, contendo de forma legível e indelével, no mínimo:

- nome do produto;
- marca ou nome do fabricante;
- tipo ou modelo de referência do pré-formado ;
- tipo e bitola do condutor (cordoalha ou arame) e intervalo de diâmetro para aplicação;
- mês/ano de fabricação;
- número do lote.

Os materiais pré-formados deverão ter marcados diretamente na sua superfície os códigos de cores que identifica o condutor (cordoalha ou arame) aplicável e o ponto de início de aplicação "A", conforme orientações dos desenhos padrões do item 8 desta Especificação.

4.6. Acabamento

A superfície das varetas deve ser lisa, e isenta de quaisquer imperfeições, tais como rebarbas, inclusões ou outros defeitos incompatíveis com o emprego do material. Quanto ao aspecto visual, as partes aluminizadas ou zincadas devem estar isentas de áreas não revestidas, irregularidades tais como inclusões de fluxos ou borras.

As extremidades das varetas devem receber acabamento do tipo lixado para eliminar canto vivo, evitando danos ao condutor/cordoalha.

4.7. Aspectos Construtivos e de Instalação

Os pré-formados devem permitir correta aplicação em campo com boa aplicabilidade manual sem provocar danos ao encordoamento ou deformação dos cabos utilizados. As partes correspondentes de unidades diferentes de uma mesma peça devem ser intercambiáveis.

5. Condições Específicas

5.1. Características Construtivas

5.1.1. Dimensões

Os pré-formados devem apresentar dimensões em conformidade com os desenhos padrões apresentados no item 8 desta Especificação.

5.1.2. Material

5.1.3. Varetas

As varetas dos materiais pré-formados devem ser em liga de alumínio ou em aço revestidas de alumínio, zinco eletrolítico ou zinco por imersão a quente.

A liga de alumínio das varetas deve atender aos seguintes requisitos:

- Tensão de ruptura mínima de 35 daN/mm²;
- Alongamento mínimo de 3 % em 250 mm;
- Condutividade mínima de 39 % IACS.

O aço base das varetas revestidas de zinco ou alumínio deve atender aos seguintes requisitos:

- Aço carbono ABNT 1050 a 1070, conforme a ABNT NBR NM 87;
- Tensão de ruptura mínima de 125 daN/mm²;
- Alongamento mínimo de 3 % em 250 mm.

O revestimento de alumínio, em relação a espessura, massa e aderência da camada, deve atender aos requisitos das normas NBR 10711, ASTM A-428, ASTM A-474 e ASTM B-341.

O revestimento de zinco por imersão a quente ou eletrolítico com relação a massa, espessura e aderência mínima da camada, deve atender a classe 2 ou B da NBR 6756.

5.1.4. Isolador do Seccionador de Cerca

Deve ser fabricado a partir de poliamida reforçada com fibra de vidro, resistente ao intemperismo.

5.1.5. Elementos de Fixação da Alça Pré-Formada Olhal

5.1.5.1. Pino

Em aço carbono ABNT 1010 ou 1020, forjado, revestido em zinco, pelo processo de imersão a quente, conforme NBR 6323.

5.1.5.2. Arruela redonda

Em aço carbono ABNT 1010 ou 1020, estampado revestido por zinco, pelo processo de imersão a quente, conforme NBR 6323.

5.1.5.3. Cupilha

De acordo com a NBR 9893.

5.1.6. Coxim

O coxim deve ser um composto de elastômero, resistente ao ozônio, intemperismo e variações de temperatura.

5.1.7. Material abrasivo

O material abrasivo utilizado na parte interna do material pré-formado deve ser de óxido de alumínio de alto teor de pureza (no mínimo de 99 %), com tamanho de grão compatível com o projeto do material pré-formado.

5.2. Características Mecânicas

Os pré-formados, quando adequadamente instalados, devem atender aos valores de resistência ao escorregamento ou ruptura mínima e arrancamento (quando aplicáveis) apresentados nas tabelas constantes dos padrões relacionados no item 8 desta Especificação

6. Condições de Fornecimento

6.1. Homologação

Para a homologação de pré-formados junto às cooperativas pertencentes ao Sistema FECOERGS, devem ser apresentados todos os ensaios de tipo previstos nesta especificação. Os ensaios devem ter sido realizados a menos de 4 anos da data da entrega do pedido de homologação. Poderão ser aceitos ensaios realizados até 8 anos desde que acompanhados de uma declaração do responsável técnico de não alteração no produto (matéria-prima, processo de fabricação e projeto) desde a data do ensaio.

Os ensaios devem ser apresentados em português ou inglês. Quando apresentados em outro idioma deverão estar acompanhados de tradução para o português efetuada por tradutor juramentado.

Após a análise dos ensaios e verificação da conformidade do material com esta especificação, a FECOERGS emitirá o certificado técnico dos ensaios.

Os certificados técnicos deverão ser revalidados sempre que:

- a. o projeto for modificado pelo fabricante;
- b. o material apresentar problemas durante ou após o fornecimento;
- c. a FECOERGS proceder revisão nesta especificação e o material passe a não atender as novas exigências.

A homologação do produto pela FECOERGS não eximirá o contratado de sua responsabilidade de fornecê-lo em plena concordância com a ordem de compra ou contrato e esta especificação, assim como, não invalidará ou comprometerá qualquer reclamação que a FECOERGS venha a fazer, baseada na existência de material inadequado ou defeituoso. A homologação também não libera os pré-formados da necessidade de realização dos ensaios de recebimento.

Os ensaios de tipo devem ser realizados em laboratórios reconhecidos no setor elétrico, certificados pelo INMETRO ou com equipamentos devidamente calibrados por organismos competentes. A FECOERGS faculta o direito de não aceitar ensaios realizados nos laboratórios dos fabricantes.

6.2. Acondicionamento

O acondicionamento dos pré-formados deve ser efetuado de modo a garantir um transporte seguro em quaisquer condições e limitações que possam ser encontradas.

Todas as embalagens devem ser acompanhadas de manual para instalação detalhada do material pré-formado, devendo conter informações de segurança para o instalador.

A embalagem final deve ser feita de modo que a massa e as dimensões permitam o fácil manuseio, transporte e armazenamento do material e cada volume deve trazer, marcadas de forma legível e indelével as seguintes informações:

- a. nome e/ou marca comercial do fabricante;
- b. país de origem;
- c. números da nota fiscal e do pedido de compra;
- d. destinatário (FECOERGS/Cooperativa solicitante);
- e. identificação completa do conteúdo;
- f. massa bruta do volume (kg).

As embalagens não são devolvidas ao fornecedor e serão consideradas satisfatórias se os pré-formados forem encontrados em perfeito estado na chegada ao destino. A FECOERGS considera para efeito de garantia da embalagem, o mesmo período do material e quaisquer prejuízos, decorrentes do mau acondicionamento, serão ressarcidos através de desconto na fatura do mesmo.

6.3. Garantia

Os pré-formados deverão ser garantidos pelo fornecedor contra falhas ou defeitos de fabricação ou matéria-prima pelo prazo mínimo de 12 (doze) meses da data de entrega dos mesmos no almoxarifado da cooperativa.

Caso necessário, o fornecedor será obrigado a substituir às suas expensas, todo o lote que apresentar defeito, responsabilizando-se por todos os custos decorrentes, sejam de material, mão-de-obra ou transporte. Neste caso o prazo de garantia deverá ser estendido por mais 12 (doze) meses.

7. Inspeção e Ensaios

7.1. Generalidades

A FECOERGS reserva-se o direito de inspecionar e ensaiar os pré-formados quer no período de fabricação, quer na época de embarque, ou a qualquer momento que julgar necessário.

O fornecedor tomará às suas expensas todas as providências para que a inspeção por parte da FECOERGS se realize em condições adequadas, de acordo com as normas recomendadas e com esta especificação. Assim o fornecedor deverá propiciar todas as facilidades para o livre acesso aos laboratórios e aos locais de fabricação, embalagem, etc., bem como fornecer pessoal habilitado a prestar informações e executar os ensaios, além de todos os instrumentos (com selo de aferição emitido por órgão devidamente credenciado, com data não superior a 12 meses,) e dispositivos necessários para realizá-los.

As datas em que os materiais estarão prontos para inspeção devem ser avisadas à FECOERGS com antecedência mínima de 15 (quinze) dias para fornecedor nacional e de 30 (trinta) dias para fornecedor estrangeiro.

Os custos dos ensaios de recebimento devem ser por conta do fornecedor.

Os custos da visita do inspetor da FECOERGS (locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativo) correrão por conta do fornecedor nos seguintes casos:

- a. se o material estiver incompleto na data indicada na solicitação de inspeção;
- b. se o laboratório de ensaio não atender às exigências desta especificação;

- c. se o material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em sub-fornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sede do fornecedor;
- d. devido à re-inspeção do material por motivo de recusa nos ensaios.

7.2. Classificação dos ensaios

Os ensaios previstos nesta especificação são classificados em ensaios de tipo, ensaios de recebimento e ensaios complementares.

7.2.1. Ensaios de Tipo

São todos os ensaios relacionados na Tabela 7.1, que são realizados em amostras do produto com o objetivo de verificar a conformidade do projeto com os requisitos da norma correspondente.

7.2.2. Ensaios de Recebimento

Conforme indicado em 7.1, referem-se a uma parcela dos ensaios de tipo, que são realizados em amostras do produto por ocasião do recebimento de cada lote, com o objetivo de verificar a conformidade com o projeto aprovado e homologado. Estes ensaios devem ser realizados nas instalações do fornecedor ou em laboratórios credenciados e reconhecidos pelo setor elétrico, na presença de inspetor da FECOERGS.

7.2.3. Ensaios Complementares

Com o objetivo de dirimir dúvidas e/ou melhor avaliar o produto, a FECOERGS reserva-se o direito de solicitar, sempre que julgar necessário, a realização de qualquer ensaio de tipo por ocasião do recebimento de cada lote.

Tabela 7.1 – Relação dos Ensaios

Item	Descrição	Ensaios		
		Tipo	Recebimento	Complementar
7.3.2	Inspeção geral	X	X	-
7.3.3	Verificação dimensional	X	X	-
7.3.4	Ensaio de resistência ao escorregamento ou ruptura mínima	X	X	-
7.3.5	Ensaio de resistência ao escorregamento	X	X	-
7.3.6	Ensaio de resistência ao arrancamento	X	X	-
7.3.7	Ensaio de carga cíclica	X	-	X
7.3.8	Ensaio de vibração	X	-	X
7.3.9	Ensaio de carga mantida	X	-	X
7.3.10	Ensaio de impacto	X	-	X
7.3.11	Ensaio de revestimento de zinco	X	X	-
7.3.12	Ensaio de revestimento de alumínio	X	X	-
7.3.13	Ensaio para a determinação da composição química	X	-	X
7.3.14	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial a seco e sob chuva	X	-	X
7.3.15	Ensaio de corrosão por exposição à névoa salina	X	-	X
7.3.16	Ensaio de corrosão por exposição a dióxido de enxofre	X	-	X
7.3.17	Ensaio de radiointerferência	X	-	X
7.3.18	Ensaio de aquecimento	X	X	-
7.3.19	Ensaio de ciclos térmicos com curtos-circuitos	X	-	X
7.3.20	Ensaio de intemperismo artificial	X	-	X
7.3.21	Ensaio de propagação de chama (resistência ao fogo)	X	X	-
7.3.22	Ensaio de resistência ao ozônio	X	-	X

7.3. Metodologia dos Ensaios

Os métodos de ensaio dos pré-formados devem obedecer ao descrito a seguir e estar de acordo com as normas e/ou documentos complementares citados no item 3 desta especificação.

7.3.1. Generalidades

As alças e laços pré-formados devem ser ensaiados de acordo com suas aplicações, de forma a reproduzir as condições normais de serviço. As amostras devem ser montadas sobre pedaços de condutores, cordoalhas ou arames, tendo um comprimento de 3 metros, no mínimo.

7.3.2. Inspeção Geral

Antes dos ensaios, o inspetor deve fazer uma inspeção geral, comprovando se os pré-formados estão de acordo com o projeto aprovado e em conformidade com as exigências desta especificação. Constitui falha a detecção de qualquer não conformidade, conforme orientações apresentadas em 7.3.1.1 a 7.3.1.5.

7.3.2.1. Identificação

Deve atender aos requisitos mencionados no item 4.5.

7.3.2.2. Acabamento

Deve atender os requisitos mencionados no item 4.6.

7.3.2.3. Acondicionamento

Deve atender os requisitos mencionados no item 6.2.

7.3.2.4. Encordoamento

Deve atender os requisitos mencionados nos padrões constantes do item 8.

7.3.3. Verificação Dimensional

Os pré-formados devem ser submetidos a exame dimensional e devem ser considerados reprovados neste ensaio, caso seja detectada qualquer divergência em relação ao item 5.1.1 desta especificação ou ao projeto aprovado.

7.3.4. Ensaio de Resistência ao Escorregamento ou Ruptura

Este ensaio aplica-se às alças, emendas e seccionadores pré-formados e deve ser executado para os três valores de carga, nos estados inicial, médio e final, equivalentes a 20% (T_i), 40% (T_m), e 100% (T_f) dos valores constantes das tabelas dos respectivos desenhos padrões.

Este ensaio deve ser realizado conforme detalhes do desenho 8.16 e procedimentos a seguir:

- a. Aplica-se inicialmente a carga de pré-tracionamento, por 1 minuto, para acomodação do material pré-formado sobre o condutor ou cordoalha. Após o pré-tracionamento, faz-se a marcação sobre o condutor para verificação de eventual escorregamento.
- b. Inicia-se o ensaio aplicando tração de forma linear durante 1 minuto, no máximo, até se atingir a carga do estado inicial (T_i), mantendo-a constante durante 3 minutos, no mínimo, não devendo haver escorregamento do condutor ou cordoalha;
- c. Aumenta-se a carga do estado inicial (T_i) de forma linear, durante 1 minuto, no máximo, até atingir a carga do estado médio (T_m) mantendo-a constante durante 3 minutos, no mínimo, não devendo haver escorregamento do condutor ou cordoalha ou ruptura do material pré-formado;
- d. Em seguida, alivia-se esta carga (T_m) até zero retirando-se o material pré-formado do condutor ou cordoalha, procedendo a remoção do material abrasivo desprendido do material pré-formado sobre o condutor ou cordoalha.
- e. Monta-se novamente o mesmo conjunto pré-formado no condutor ou cordoalha repetindo os procedimentos descritos em "b", "c" e "d" por mais uma vez, não devendo haver escorregamento do condutor ou cordoalha, ou ruptura do material pré-formado.
- f. Após a segunda remoção do material abrasivo desprendido do material pré-formado sobre o condutor, ou cordoalha, monta-se novamente o mesmo conjunto pré-formado no condutor ou cordoalha, repetindo-se os procedimentos descritos em "b" e "c";
- g. Aumenta-se a carga do estado médio (T_m) de forma linear, durante 1 minuto, no máximo, até atingir a carga mínima do escorregamento (T_f), mantendo-a constante durante 3 minutos, no mínimo, não devendo haver escorregamento do condutor ou cordoalha, ou ruptura do material pré-formado. Alivia-se a carga (T_f) até zero, procedendo a inspeção visual e finalizando o ensaio;
- h. As alças do seccionador pré-formado para cerca, de serviço e emendas devem ser ensaiadas, com os procedimentos descritos em "a", "b", "c" e "g".

O material pré-formado é considerado aprovado se não ocorrer escorregamento do condutor, cordoalha ou arame de cerca, ou deformação permanente do material pré-formado

na parte que envolve o condutor, ou ruptura do material pré-formado, para qualquer um dos valores de cargas dos estados inicial, médio e final.

Notas:

1. As três aplicações têm por objetivo reproduzir as condições mais críticas de campo durante a instalação inicial do produto, além de avaliar também a retenção do abrasivo.
2. Ocorrendo ruptura do condutor com um valor de carga menor que o especificado, esta não deve situar-se na região abrangida pelo material pré-formado, nem na extremidade da ponta do material pré-formado.

7.3.5. Ensaio de Resistência ao Escorregamento

Este ensaio aplica-se aos laços pré-formados e deve ser executado conforme detalhe para ensaio mostrado no desenho 8.17 e procedimentos apresentados a seguir:

- a. Inicia-se o ensaio aplicando carga de forma linear durante 1 minuto, no máximo, até se atingir 50% da carga nominal, efetuando-se a marcação sobre o condutor para verificação de eventual escorregamento;
- b. Em seguida, aumenta-se esta carga de forma linear durante 1 minuto, no máximo, até atingir a carga de resistência mínima ao escorregamento especificada, sendo mantida durante 3 minutos, no mínimo, verificando a existência ou não de escorregamento.

O material pré-formado é considerado aprovado se não ocorrer a sua ruptura ou escorregamento do condutor.

Nota:

Se durante o ensaio, ocorrer ruptura do condutor, com um valor de carga menor que o especificado, esta não deve situar-se na região abrangida pelo material pré-formado.

7.3.6. Ensaio de Resistência ao Arrancamento

Este ensaio aplica-se aos laços pré-formados e deve ser executado conforme detalhe para ensaio mostrado no desenho 8.18 e procedimentos apresentados a seguir:

- a. Todos os laços devem ser ensaiados para a deflexão vertical máxima do condutor e deflexão horizontal igual a zero, de modo a reproduzir a condição mais crítica de serviço;
- b. A deflexão máxima está especificada nos detalhes para ensaio;
- c. Inicia-se o ensaio aplicando carga de forma linear durante 1 minuto, no máximo, até atingir 50% da carga especificada para o material, mantendo-a durante 1 minuto, no mínimo;
- d. Em seguida alivia-se a carga até zero, e novamente eleva-se a carga até a resistência mínima ao arrancamento especificada nos desenhos padrões, mantendo-a por 3 minutos, no mínimo.

O material pré-formado é considerado aprovado se não ocorrer ruptura ou o seu arrancamento do isolador, para os valores de cargas indicados.

Nota:

Se durante o ensaio, ocorrer ruptura do condutor com um valor de tração menor que o especificado, esta não deve situar-se na região abrangida pelo material pré-formado.

7.3.7. Ensaio de Carga Cíclica

Este ensaio tem como objetivo avaliar o desempenho das alças e emendas pré-formadas, quando submetidos aos valores apresentados nos desenhos padrões do item 8 desta Especificação.

Este ensaio deve ser executado conforme detalhe para ensaio mostrado no desenho 8.19 e procedimentos apresentados a seguir:

- a. Os materiais pré-formados corretamente instalados no cabo ao qual se destinam, devem ser submetidos a uma série de cargas aplicadas axialmente conforme esquema para ensaio apresentado;
- b. A carga deve ser elevada linearmente a partir de 10%, até se atingir 40% da tração de ruptura da cordoalha ou condutor utilizado. Em seguida alivia-se a carga instantaneamente até 10% da tração de ruptura. Este processo deve ser repetido por 12 000 vezes a uma frequência mínima de 6 (seis) ciclos por minuto.

O material pré-formado é considerado aprovado se não ocorrer a sua ruptura ou escorregamento do condutor.

Nota:

Este ensaio não se aplica as alças pré-formadas de serviço.

7.3.8. Ensaio de Vibração

Este ensaio aplica-se às alças e emendas pré-formadas, e deve ser executado conforme detalhes e valores apresentados no desenho 8.20 e procedimentos apresentados a seguir:

- a. Os laços pré-formados devem ser ensaiados para as deflexões máxima horizontal e vertical, simultaneamente, de acordo com o estabelecido para cada material nos esquemas apresentados.
- b. Aplica-se uma tração constante "F" e um movimento vibratório no sentido do eixo cartesiano "Y" vertical;
- c. Após o ensaio de vibração, mantendo-se os materiais pré-formados aplicados sobre o condutor, traciona-se o mesmo até a resistência mínima de escorregamento admitida. Quando "L" exceder o comprimento útil do equipamento de tração disponível, é permitido seccionar o condutor e instalar um material pré-formado novo na extremidade seccionada de forma a permitir a realização do ensaio de escorregamento na amostra.

O material pré-formado é considerado aprovado se não ocorrer ruptura, escorregamento ou rompimento do condutor na região por ele abrangida.

Nota:

Este ensaio não se aplica aos laços pré-formados de roldana.

7.3.9. Ensaio de Carga Mantida

Este ensaio tem como objetivo avaliar o desempenho das alças pré-formadas com revestimento e do condutor quando submetidos ao tracionamento de longa duração.

Este ensaio deve ser executado conforme detalhe para ensaio mostrado no desenho 8.21 e procedimentos apresentados a seguir:

- a. Aplica-se uma tração constante "F" equivalente a 30% da carga de escorregamento ou ruptura garantida para a alça pré-formada. Este carregamento é mantido por 15 dias;
- b. Este ensaio deve ser realizado em temperatura ambiente.

O material pré-formado é considerado aprovado se não ocorrer ruptura ou escorregamento da cobertura do condutor.

Nota:

Este ensaio não se aplica as alças pré-formadas de serviço.

7.3.10. Ensaio de Impacto

Aplica-se as alças e emendas pré-formadas destinadas a condutores nus e tem como objetivo avaliar a capacidade destes materiais de suportar um esforço de impacto sem a ocorrência de escorregamento ou ruptura

Este ensaio deve ser executado conforme detalhe para ensaio mostrado no desenho 8.22 e procedimentos apresentados a seguir:

Consiste na aplicação de esforço de impacto, através da queda livre de um objeto com massa de 50kg, a uma altura de 1,5 metros com as alças, fixadores ou emendas pré-formadas tensionadas com o valor de 20% da carga de ruptura do condutor.

O material pré-formado é considerado aprovado se não ocorrer ruptura ou escorregamento do condutor.

7.3.11. Ensaio de Revestimento de Zinco

7.3.11.1. Imersão a quente

Devem ser verificadas as seguintes características da camada de zinco, no produto acabado, segundo requisitos da:

- aderência, conforme a NBR 7398;
- massa por unidade de área, conforme a NBR 7397;
- uniformidade, conforme a NBR 7400.

7.3.11.2. Eletrodeposição (Eletrolítico)

Devem ser verificadas as seguintes características da camada de zinco, no produto acabado:

- aderência, conforme a ASTM A-475;
- massa por unidade de área, conforme a NBR 7397;
- uniformidade, conforme a NBR 7400.

Tabela 7.2 - Revestimentos de Zinco para Materiais Pré-Formados

Diâmetro nominal do fio de aço zincado		Aço Zincado Classe 2 ou B (NBR 6756)	
ϕ (mm)		Massa mínima da camada	Uniformidade da camada
Mínimo	Máximo	g/m ²	Número mínimo de imersões de 1 minuto
1,24	1,5	370	3
1,5	1,75	400	3,5
1,75	2,25	430	3,5
2,25	2,64	460	4
2,64	3,05	490	5
3,05	3,56	520	6
3,56	4,57	550	6
4,57	5,5	610	6

7.3.12. Ensaio de Revestimento de Alumínio

7.3.12.1. Eletrodeposição (Eletrolítico) ou Imersão Quente

Devem ser verificadas as seguintes características do revestimento, no produto acabado:

- a. aderência, conforme a ASTM B-341 ou A-474;
- b. massa por unidade de área, conforme a ASTM A-428;

7.3.12.2. Extrusão

Devem ser verificadas as seguintes características do revestimento, no produto acabado:

- a. aderência, conforme a NBR 10711;
- b. espessura, conforme a NBR 10711;
- c. massa por unidade de área, conforme a ASTM A-428.

7.3.13. Ensaio para a Determinação da Composição Química

Este ensaio aplica-se a todos os materiais pré-formados e deve ser executado conforme normas pertinentes, verificando-se também o percentual de elementos que podem causar fragilidade ou corrosão do material:

- a. carbono, manganês, fósforo, enxofre e silício - no aço das varetas do material pré-formado, conforme a NBR 6756;
- b. silício, manganês - na liga de alumínio das varetas das emendas pré-formadas, conforme a NBR 6834;
- c. cobre e ferro - no revestimento de alumínio, conforme a NBR 10711 e ASTM B-341;
- d. chumbo, ferro e alumínio - no revestimento de zinco, conforme a NBR 5996 e NBR 6756;
- e. zinco e magnésio - na liga de cobre, referência NBR 5024 e no revestimento de cobre, conforme a NBR 8120 e ASTM B-228 (revestimento).

O material pré-formado é considerado aprovado se atender aos valores estipulados nas normas citadas.

7.3.14. Ensaio de Tensão Suportável à Frequência Industrial a Seco e Sob Chuva

Aplica-se ao seccionador pré-formado para cerca e deve ser executado conforme NBR 6936.

As tensões de ensaio são as indicadas na Tabela 8.16.

O seccionador é considerado aprovado se não ocorrer descarga disruptiva.

7.3.15. Ensaio de Corrosão por Exposição à Névoa Salina

Este ensaio aplica-se a todos os materiais pré-formados os quais devem ser ensaiados em câmara de névoa salina por 700 horas, conforme a NBR 8094.

O ensaio deve ser executado com o material pré-formado aplicado sobre o cabo, por linha de produto, considerando-se o menor diâmetro de vareta.

O material pré-formado é considerado aprovado se não ocorrer corrosão vermelha.

7.3.16. Ensaio de Corrosão por Exposição a Dióxido de Enxofre

Este ensaio deve ser realizado em todos os materiais pré-formados em câmara a dióxido de enxofre, com um mínimo de 5 (cinco) ciclos, conforme NBR 8096.

O ensaio deve ser executado no material pré-formado, por linha de produto, considerando-se o menor diâmetro de vareta.

O material pré-formado é considerado aprovado se não ocorrer corrosão vermelha.

7.3.17. Ensaio de Radio Interferência para Materiais Pré-Formados

Aplicam-se as alças, laços pré-formados e emendas e tem como objetivo avaliar o desempenho destes materiais em relação ao nível de tensão de radio interferência.

Este ensaio deve ser executado conforme prescrições da NBR 7876, com instrumentação para medição do nível de tensão de radio interferência de acordo com a NBR 7875.

A tensão que deve ser aplicada no ensaio é de 21,9 kV (tensão fase terra mais 10%) e o nível ou tensão de radio interferência de 20 μ V, salvo especificação diferente do cliente.

O material pré-formado é considerado aprovado se não ocorrer valores de tensão superiores aos estabelecidos.

Nota:

Este ensaio não se aplica às alças pré-formadas de serviço, materiais pré-formados para estai, seccionadores de cerca e pré-formados tipo L.

7.3.18. Ensaio de Aquecimento

Este ensaio é aplicável somente às emendas total e condutora e tem como objetivo avaliar o desempenho destes materiais em relação à capacidade de condução de corrente.

Este ensaio deve ser executado conforme detalhe para ensaio mostrado no desenho 8.23 e procedimentos apresentados a seguir

- a. A emenda pré-formada deve ser corretamente instalada, inclusive com limpeza e aplicação do composto anti-óxido;
- b. O comprimento total do condutor para ensaio deve permitir que:
 - a instalação da emenda sem curvatura;
 - o trecho de condutor de comprimento igual ao da emenda;
 - a distância entre a fonte de alimentação e extremidade da emenda superior a 100 vezes o diâmetro do condutor.
- c. O dispositivo de ensaio deve dispor de acessórios para tracionamento mecânico mantendo-se a carga aplicada constante e igual a 20% da carga de ruptura do cabo.
- d. O ensaio consiste na aplicação da corrente nominal do condutor, conforme NBR 5370 e NBR 11788.
- e. O tempo de aplicação da corrente deve ser suficiente para atingir a estabilidade térmica do conjunto
- f. Após atingir a estabilidade térmica deve se registrar a temperatura no trecho do condutor de referência e em pontos da emenda pré-formada.

A emenda é considerada aprovada se não apresentar em seu ponto mais quente temperatura superior a do condutor.

7.3.19. Ensaio de Ciclos Térmicos com Curtos-Circuitos

Este ensaio deve ser executado sobre uma amostra de emenda pré-formada instalada em um circuito de ensaio, conforme esquema definido no item 8.23. Devem ser aplicadas duas séries de ciclos térmicos de envelhecimento, intercaladas de curtos-circuitos abaixo definidas:

- a. aplicação da 1ª série com duração de 200 ciclos térmicos;
- b. aplicação, a seguir, do conjunto de quatro curtos-circuitos;

A elevação de temperatura do condutor de referência em relação à temperatura ambiente, em cada período de aquecimento das duas séries de ciclos térmicos de envelhecimento, deve ser igual a $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$ e ser mantida estabilizada nesse valor durante, no mínimo, 15 minutos. O resfriamento subsequente poderá ser obtido através de resfriamento natural ou ventilação forçada, com a finalidade de se reduzir a duração de cada ciclo e deve ser prolongado até que a temperatura do condutor de referência atinja no máximo 5°C acima da temperatura ambiente.

Na aplicação do conjunto de quatro curtos-circuitos, para cada um deles, deve ser aplicada, com duração de 1s, a corrente com densidade de $100\text{A}/\text{mm}^2$ para condutores de até 300mm^2 de seção útil efetiva, ou de 30kA para condutores de seção útil efetiva acima de 300mm^2 . Na aplicação do primeiro curto-circuito, o condutor de referência deve estar na temperatura ambiente para condutores de seção útil efetiva de até 300mm^2 ou com elevação de 70°C acima da temperatura ambiente para condutores de seção útil efetiva acima de 300mm^2 . O intervalo de tempo entre duas aplicações sucessivas de curtos-circuitos deve ser suficiente para que a temperatura da emenda pré-formada atinja o máximo de 5°C acima de sua temperatura inicial de aplicação de curtos-circuitos.

Para a realização deste ensaio deve ser utilizado um dispositivo que mantenha o conjunto, condutor e emenda pré-formada condutora, tracionado a um valor equivalente a 10% da carga de ruptura do condutor. Este valor pode ser reduzido no momento da aplicação do curto-circuito.

Os critérios de desempenho a serem adotados são os seguintes

- a. A resistência elétrica inicial de montagem da emenda deve ser no máximo igual à resistência elétrica do de um comprimento equivalente de condutor de referência.
- b. Nos primeiro 200 ciclos de aquecimento, antes da aplicação do conjunto de curtos-circuitos, devem ser feitas leituras dos valores de resistência da conexão de 10 em 10 ciclos, não devendo nenhum desses valores superar em 5% o valor médio obtidos destes valores. Os 20 primeiros ciclos devem ser utilizados para estabilizar a corrente de ensaio.
- c. Após a série de curtos-circuitos devem ser feitas leituras de resistência da emenda de 25 ciclos em 25 ciclos, não devendo nenhum dos valores medidos ultrapassar 5% do valor médio obtido destes valores.
- d. Devem ser calculadas médias das 10 últimas leituras de resistências do primeiro e segundo conjunto de medidas, não devendo o segundo valor médio ultrapassar 5% do primeiro valor médio.
- e. A temperatura das emendas não deve exceder a temperatura do condutor de referência no fim do período de aquecimento de cada ciclo.
- f. Nos primeiros 200 ciclos de aquecimento antes da aplicação do conjunto de curtos circuitos, devem ser feitas leituras dos valores de temperatura das emendas, de 10 em 10 ciclos, e a variação máxima das sobre elevações das temperaturas na emenda em relação ao valor médio obtido destes valores deve ser de 5°C . A sobre elevação da temperatura deve ser considerada em relação à temperatura ambiente da sala de ensaio.
- g. Após a série de curtos-circuitos devem ser feitas leituras de temperatura das emendas de 25 em 25 ciclos, e a variação máxima das sobre elevações das

temperaturas na emenda em relação ao valor médio obtido destes valores deve ser de 5°C.

- h. Devem ser calculadas as médias das 10 últimas sobre elevações de temperatura do primeiro e segundo conjuntos de medidas, não devendo o segundo valor médio ultrapassar 5°C do primeiro valor médio.

Após o término do ensaio, a emenda deve ser aberta, não devendo apresentar sinais visíveis de aquecimento local ou partes fundidas ou danificadas.

A emenda pré-formada é considerada aprovada se atender aos critérios acima relacionados.

7.3.20. Ensaio de Intemperismo Artificial

Aplica-se ao isolador do seccionador de cerca e deve ser realizado no produto acabado.

Este ensaio deve ser executado por 2.000 horas conforme ciclo 1 da norma ASTM G-155.

Após o ensaio de intemperismo, o isolador deve suportar o valor mínimo de ruptura;

Antes e após o ensaio de intemperismo, o isolador deve ser submetido ao ensaio de tração, sendo considerado aprovado se a variação dos valores de tensão de ruptura e alongamento for menor que 25%.

7.3.21. Ensaio de Resistência a Propagação de Chama

Este ensaio deve ser Aplicado ao seccionador pré-formado de cerca para verificação das propriedades de resistência a propagação de chama e auto-extinção.

Para isto, deve ser realizado utilizando um barril com aproximadamente 500 milímetros de altura, contendo água e material inflamável misturados. Em seguida inicia-se a queima da mistura e quando as chamas atingirem uma altura média de 700 milímetros expõe-se diretamente o seccionador pré-formado de cerca a chama (fogo) durante 25 segundos, no mínimo.

Após este ensaio, o seccionador pré-formado de cerca deve ser submetido ao ensaio de resistência ao escorregamento ou ruptura.

O seccionador pré-formado de cerca é considerado aprovado se extinguir a chama e atender ao ensaio de resistência ao escorregamento ou ruptura.

7.3.22. Ensaio de Resistência ao Ozônio

Aplica-se este ensaio aos coxins componentes dos laços pré-formados com o objetivo de avaliar a degradação destes quando submetidos ao envelhecimento acelerado em câmara de ozônio.

O ensaio deve ser realizado conforme NBR 8360, com duração de 168 horas.

O coxim é considerado aprovado se não ocorrerem fissuras.

7.4. Relatórios de Ensaio

Os relatórios dos ensaios devem ser em formulários com as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação conforme indicado a seguir:

- nome do ensaio;
- nome FECOERGS/nome da cooperativa do sistema;
- nome ou marca do fabricante;

- número e item da ordem de compra (se existente) da cooperativa e número da ordem de fabricação do fornecedor;
- identificação, modelo e quantidade de pré-formados submetidos ao ensaio;
- descrição sumária do processo de ensaio indicando as constantes, métodos e instrumentos empregados;
- valores obtidos no ensaio;
- resumo das características (garantidas x medidas);
- atestado com informação clara dos resultados do ensaio;
- nome do inspetor e do responsável pelos ensaios;
- data e local dos ensaios.

Os pré-formados somente serão liberados pelo inspetor após a entrega de três vias do relatório dos ensaios e da verificação da embalagem e sua respectiva marcação.

7.5. Planos de Amostragem

7.5.1. Ensaios de Tipo ou Complementares

As amostras para os ensaios de tipo e complementares, quando não informado na metodologia do ensaio, devem ser formadas por 3 unidades, as quais devem ser selecionadas aleatoriamente do lote sob inspeção, quando se tratar de ensaio complementar.

Eventualmente o número de unidades das amostras para os ensaios de tipo ou complementares poderão ser definidas através de acordo entre fornecedor e FECOERGS.

7.5.2. Ensaios de Recebimento

Para a formação das amostras para os ensaios de recebimento devem ser utilizadas as quantidades de acordo com as Tabela 7.3 e 7.4

Tabela 7.3 – Amostragem para Inspeção Geral e Verificação Dimensional

Tamanho do Lote	Inspeção geral e verificação dimensional									
	Amostragem Dupla									
	Nível de inspeção I									
	Sequência	NQA 1,5 %			NQA 4 %			NQA 10 %		
CRÍTICO			GRAVE			TOLERÁVEL				
	Tamanho da amostra	Ac	Re	Tamanho da amostra	Ac	Re	Tamanho da amostra	Ac	Re	
Até 90	1ª	3	0	1	3	0	1	3	0	2
	2ª									
91 a 150	1ª	5	0	1	5	0	2	5	0	3
	2ª									
151 a 280	1ª	8	0	1	8	0	2	8	1	4
	2ª									
281 a 500	1ª	13	0	2	13	0	3	13	2	5
	2ª									
501 a 1.200	1ª	20	0	2	20	1	4	20	3	7
	2ª									
1.201 a 3.200	1ª	32	0	3	32	2	5	32	5	9
	2ª									
3.201 a 10.000	1ª	50	1	4	50	3	7	50	7	11
	2ª									
10.001 a 35.000	1ª	80	2	5	80	5	9	80	11	16
	2ª									
35.001 a 150.000	1ª	125	3	7	125	7	11	125	11	16
	2ª									
150.001 a 500.000	1ª	200	5	9	200	11	16	200	11	16
	2ª									
Acima de 500.000	1ª	315	7	11	315	11	16	315	11	16
	2ª									

Notas:

1. “Ac” é o número de unidades defeituosas que ainda permite aceitar o lote e “Re” é o número de unidades defeituosas que implica na rejeição do lote.
2. Procedimento para amostragem dupla: ensaiar inicialmente um número de unidades igual ao da primeira amostra de acordo com a tabela. Se o número de unidades defeituosas resultante estiver compreendido entre “Ac” e “Re”, excluídos estes valores, deve ser então ensaiada a segunda amostra. Para permitir a aceitação do lote, o total de unidades defeituosas, depois de ensaiadas as duas amostras, deve ser igual ou menor do que “Ac” especificado.

Tabela 7.4 – Amostragem para Ensaios de Recebimento

Tamanho do Lote	Ensaios de Recebimento						
	Amostragem Dupla						
	Nível de inspeção S3						
	Sequência	NQA 1,5 %			NQA 4 %		
CRÍTICO			GRAVE				
Tamanho da amostra		Ac	Re	Tamanho da amostra	Ac	Re	
Até a 150	1 ^a	3	0	1	3	0	1
151 a 500	1 ^a	5	0	1	5	0	2
	2 ^a	-	-	-	5	1	2
501 a 3.200	1 ^a	8	0	1	8	0	2
	2 ^a	-	-	-	8	1	2
3.201 a 10.000	1 ^a	13	0	2	13	0	3
	2 ^a	13	1	2	13	3	4
10.001 a 35.000	1 ^a	13	0	2	13	0	3
	2 ^a	13	1	2	13	3	4
35.001 a 150.000	1 ^a	20	0	1	20	1	4
	2 ^a	20	1	2	20	4	5
150.001 a 500.000	1 ^a	20	0	1	20	1	4
	2 ^a	20	1	2	20	4	5
Acima de 500.000	1 ^a	32	0	3	32	2	5
	2 ^a	32	3	4	32	6	7

Notas:

1. “Ac” é o número de unidades defeituosas que ainda permite aceitar o lote e “Re” é o número de unidades defeituosas que implica na rejeição do lote.
2. Procedimento para amostragem dupla: ensaiar inicialmente um número de unidades igual ao da primeira amostra de acordo com a tabela. Se o número de unidades defeituosas resultante estiver compreendido entre “Ac” e “Re”, excluídos estes valores, deve ser então ensaiada a segunda amostra. Para permitir a aceitação do lote, o total de unidades defeituosas, depois de ensaiadas as duas amostras, deve ser igual ou menor do que “Ac” especificado.

7.6. Critérios de Aceitação e Rejeição

A aceitação pela FECOERGS, seja pela comprovação dos valores, seja por eventual dispensa de inspeção, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade em entregar os pré-formados em plena concordância com esta especificação, nem invalidará qualquer reclamação que a FECOERGS venha a fazer baseada na existência de materiais inadequados ou defeituosos.

Por outro lado, a rejeição de pré-formados em virtude de falhas constatadas nos ensaios ou discordância com esta especificação/ordem de compra, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade de cumprir o prazo de entrega. Se no entender da FECOERGS, a rejeição tornar impraticável a entrega na data previamente acertada, ou se tudo indicar que o fornecedor será incapaz de satisfazer os requisitos exigidos, a FECOERGS reserva-se o direito de rescindir todas as suas obrigações e adquirir os materiais em outra fonte, sendo o

fornecedor considerado como infrator da ordem de compra, estando sujeito às penalidades aplicáveis ao caso.

As unidades defeituosas constantes de amostras aprovadas nos ensaios devem ser substituídas por novas, o mesmo ocorrendo com o total das amostras aprovadas em ensaios destrutivos.

7.6.1. Critérios para Aceitação ou Rejeição nos Ensaios de Tipo e Complementares

O projeto deve ser aceito se todos os pré-formados ensaiados apresentarem comportamento satisfatório. Se ocorrer alguma falha em qualquer ensaio, este pode ser repetido em uma nova amostra com o dobro de unidades da primeira. Nesse caso, se houver um novo resultado insatisfatório, o projeto será rejeitado.

Se duas ou mais unidades falharem em qualquer dos ensaios, o projeto será rejeitado.

7.6.2. Critérios para Aceitação ou Rejeição nos Ensaios de Recebimento

A aceitação ou rejeição dos pré-formados deve ser efetuada de acordo com as tabelas 7.3 e 7.4 e com os critérios de severidade dos defeitos apresentados na tabela 7.5.

Falhas nos ensaios de revestimento devem ser classificadas como defeito “grave” e nos demais ensaios como “crítico”.

Tabela 7.5 – Graus de Defeitos em Pré-Formados

	Ensaio	Grau de Defeito
Inspeção Geral	Acabamento: falha no revestimento	Grave
	Má identificação	tolerável
	Código de cor diferente	Grave
	Embalagem	Tolerável
Verificação Dimensional	Comprimento diferente	Tolerável
	Dimensão não permite correta aplicação	Crítico
Resistência ao Escorregamento	Valor mínimo não atendido	Crítico
Revestimento de Zinco	Baixa camada	Crítico

8. Desenhos

8.1. Padrão M-01.1: Alça Pré-Formada de Distribuição

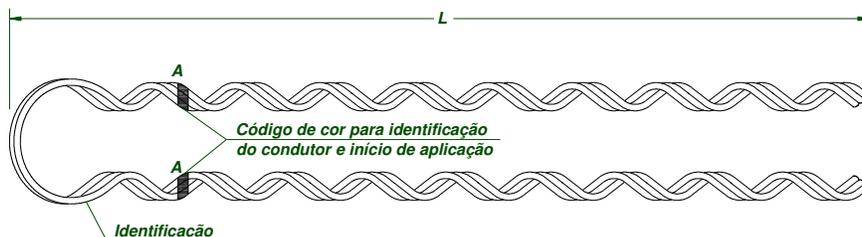


Tabela 8.1 – Características: Alças para Cabos CA, CAA e CAL

Código FECOERGS	Condutor			Diâmetro para aplicação		Dimensões (mm)			Resistência ao escorregamento ou ruptura mínima (daN)			Código de cor
	AWG		mm ²	mm		Varetas		L (± 25)				
	CA	CAA	CAL	Mínimo	Máximo	n.º	φ D		CA	CAA	CAL	
M-01.1/1	4	4	-	5,81	6,53	3	2,31	430	391	664	-	laranja
M-01.1/2	2	2	35	7,36	8,27	3	2,54	610	599	1 012	-	vermelho
M-01.1/3	-	-	50	8,28	9,26	3	2,9	670			1 092	verde
M-01.1/4	1/0	1/0	-	9,36	10,4	3	3,25	670	884	1 557	1 572	amarelo
M-01.1/5	-	-	70	9,36	10,4	3	3,25	710		-	-	preto
M-01.1/6	2/0	2/0	-	10,41	11,69	3	3,25	710	1 112	1 882	1 991	azul
M-01.1/7	4/0	4/0	120	13,13	14,67	4	3,65	865	1 701	2 964	2 840	vermelho
M-01.1/8	336,4	-	-	16,61	17,69	5	4,11	980	2 727	3 150	-	verde
M-01.1/9	-	336,4	-	17,7	18,78	5	4,11	1 000	3 176	4 090	-	amarelo

Tabela 8.2 – Características Gerais: Alças para Cabos Aço-Alumínio

Código FECOERGS	Condutor		Diâmetro para aplicação	Dimensões (mm)			Resistência ao escorregamento ou ruptura mínima	Código de cor
	Nº de fios	Bitola		Varetas		L (± 25)		
		AWG	mm	n.º	φ D		daN	
M-01.2/1	3	10	5,58	4	2,06	520	2 012	verde

Notas:

- Os códigos apresentados nas tabelas 8.1 e 8.2 foram obtidos a partir de referências ABNT, particularizadas para o sistema FECOERGS.
- Em casos de condutores não contemplados nestas tabelas, utilizar intervalo de diâmetro para aplicação, tomando-se como referência o diâmetro nominal do condutor.
- Para os valores de resistência ao escorregamento ou ruptura mínima foram considerados os seguintes percentuais do valor de ruptura do condutor: 100% para condutores CA e CAL e 65% para os condutores CAA.

4. Encordoamento: as varetas das alças pré-formadas para condutores CA, CAA e CAL devem ser uniformemente agrupadas e formadas em hélices no sentido horário. Na dobra da alça a hélice deve ser do tipo torcida para as bitolas 120mm² dos condutores CAL e 336.4 dos condutores de CA e CAA. As varetas das alças pré-formadas para cabos aço-alumínio devem ser uniformemente agrupadas e formadas em hélices no sentido anti-horário.
5. A dimensão L refere-se ao comprimento após a aplicação e D ao diâmetro nominal das varetas.

8.2. Padrão M-01.3: Alça Pré-Formada de Distribuição para Cabos Cobertos

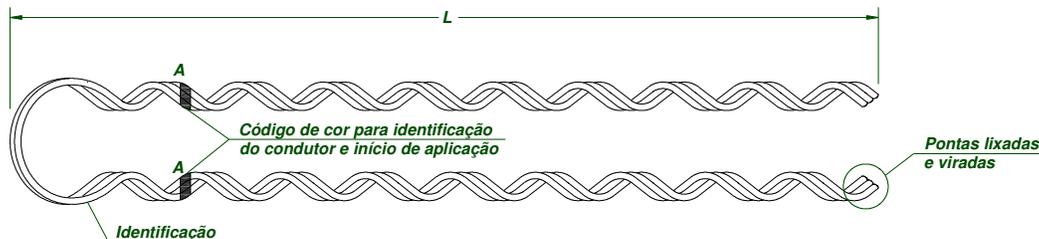


Tabela 8.3 – Características Gerais

Código FECOERGS	Classe de Tensão	Condutor (CA)	Intervalo de diâmetro para aplicação		Dimensões (mm)			Resistência ao escorregamento ou ruptura mínima	Código de cor
			mm		Varetas		L		
	kV	mm ²	Mínimo	Máximo	n.º	φ D	(± 25)	daN	“A”
M-01.3/1	15	35	12,8	15,3	3	2,54	355	50	vermelho
M-01.3/2		50	14	16,5	4	2,54	385	65	verde
M-01.3/3		70	15,5	18	4	2,9	420	95	preto
M-01.3/4		95	17,2	19,7	4	2,9	460	125	laranja
M-01.3/5		120	18,8	21,3	4	2,9	510	160	vermelho
M-01.3/6		150	20	22,5	5	2,9	560	195	marron
M-01.3/7		185	21,8	24,5	5	2,9	570	240	verde
M-01.3/8	25	35	14,8	17,4	3	2,9	385	60	vermelho
M-01.3/9		50	16	18,6	4	2,9	420	80	verde
M-01.3/10		70	17,5	20,1	4	2,9	460	115	preto
M-01.3/11		95	19,2	21,8	4	2,9	510	155	laranja
M-01.3/12		120	20,8	23,4	5	2,9	585	200	vermelho
M-01.3/13		150	22	24,6	5	2,90	585	245	marron
M-01.3/14		185	23,8	26,4	5	2,9	635	300	verde

Notas:

- Os códigos apresentados na Tabela 8.3 foram obtidos a partir de referências ABNT, particularizadas para o sistema FECOERGS.
- Em casos de condutores não contemplados nesta tabela, utilizar intervalo de diâmetro para aplicação, tomando-se como referência o diâmetro nominal do condutor.
- Para os valores de resistência ao escorregamento ou ruptura mínima foram considerados os seguintes percentuais do valor de ruptura do condutor: 10% para cabos cobertos classe 15kV e 12,5% para cabos cobertos 25kV.
- Os valores de resistência ao escorregamento ou ruptura mínimos considerados na Tabela 8.3 são para aplicação somente em redes com cabos cobertos em espaçadores. Para aplicação em outras configurações de redes as alças deverão ser redimensionadas para as condições de tracionamento dos condutores.

5. Encordoamento: as varetas das alças pré-formadas devem ser uniformemente agrupadas e formadas em hélices no sentido Horário (à direita): Na dobra da alça a hélice deve ser do tipo torcida a partir da bitola 120mm².
6. A dimensão *L* refere-se ao comprimento após a aplicação e *D* ao diâmetro nominal das varetas.

8.3. Padrão M-02: Alça Pré-Formada para Cordoalhas de Aço MR



Tabela 8.4 – Características Gerais

Código FECOERGS	Cordoalha		Diâmetro para aplicação mm	Dimensões (mm)				Resistência ao escorregamento ou ruptura mínima daN	Código de cor "A"
	Nº de fios	Bitola mm		Varetas		L (± 25)	Δ L (mínimo)		
				n.º	φ D				
M-02/1	7	6,4	6,4	5	2,18	460	10	1 430	amarelo
M-02/2	7	7,9	7,9	5	2,54	595	10	2 430	preto
M-02/3	7	9,5	9,5	6	2,54	660	20	3 160	laranja

Notas:

- Os códigos apresentados na Tabela 8.4 foram obtidos a partir de referências ABNT, particularizadas para o sistema FECOERGS.
- Em casos de cordoalhas não contempladas nesta tabela, utilizar intervalo de diâmetro para aplicação, tomando-se como referência o diâmetro nominal da cordoalha.
- Encordoamento: as varetas das alças pré-formadas devem ser uniformemente agrupadas e formadas em hélices no sentido anti-horário (à esquerda). O tipo de dobra das alças deve ser com a hélice torcida.
- A dimensão L refere-se ao comprimento após a aplicação e D ao diâmetro nominal das varetas.

8.4. Padrão M-03: Alça Pré-Formada de Serviço

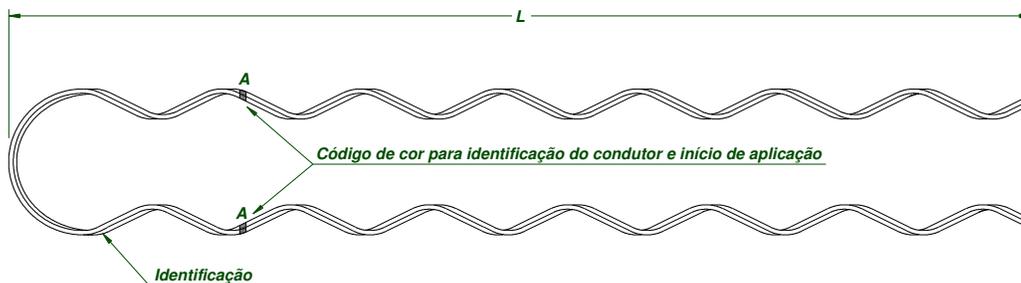


Tabela 8.5 – Características Gerais

Código FECOERGS	Condutor		Intervalo de diâmetro para aplicação		Dimensões (mm)			Resistência ao escorregamento ou ruptura mínima		Código de cor
	mm ²		mm		Varetas		L (± 25)	daN		
	CA	CAL	Mínimo	Máximo	n.º	φ D		CA	CAL	
M-03/1	10	-	3,7	4,1	2	2,06	295	98	-	preto
M-03/2	16	-	5,05	5,7	2	2,31	305	150	-	branco
M-03/3	25	-	5,71	6,54	2	2,31	330	223	-	laranja
M-03/4	-	35	7,36	8,27	2	2,54	395	-	546	vermelho
M-03/5	-	50	8,28	9,15	2	2,54	435	-	786	verde
M-03/6	-	70	10,18	11,44	2	3,25	535	-	996	preto

Notas:

- Os códigos apresentados na Tabela 8.5 foram obtidos a partir de referências ABNT, particularizadas para o sistema FECOERGS.
- Em casos de condutores não contemplados nesta tabela, utilizar intervalo de diâmetro para aplicação, tomando-se como referência o diâmetro nominal do condutor.
- Encordoamento: As varetas das alças pré-formadas devem ser uniformemente agrupadas e formadas em hélices no sentido horário (à direita).
- Para os valores de resistência ao escorregamento ou ruptura foi considerado 50% do valor de ruptura do condutor nu.
- A dimensão *L* refere-se ao comprimento após a aplicação e *D* ao diâmetro nominal das varetas.

8.5. Padrão M-04: Alça Pré-Formada Olhal de Distribuição.

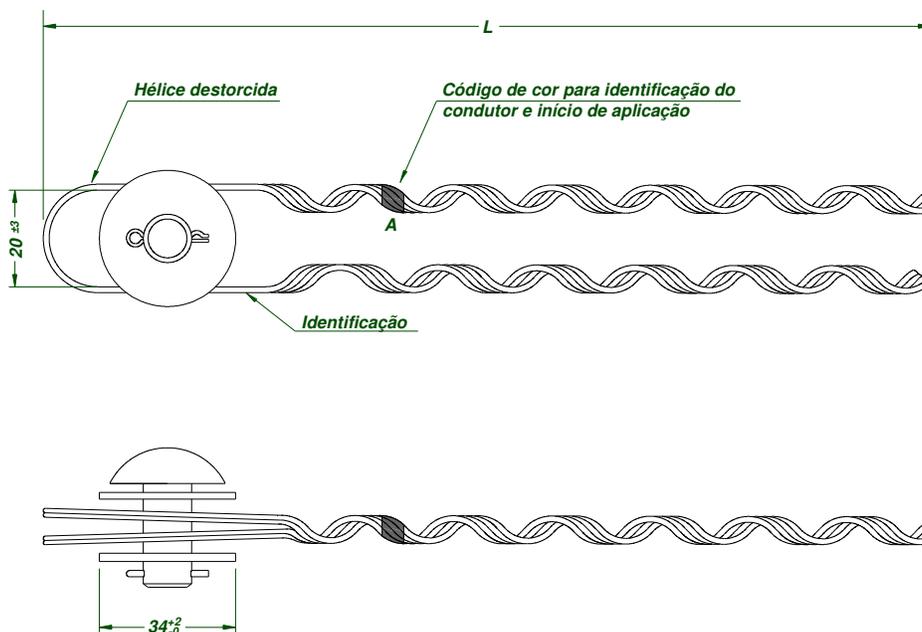


Tabela 8.6 – Características Gerais

Código FECOERGS	Condutor		Diâmetro para aplicação		Dimensões (mm)				Resistência ao escorregamento ou ruptura mínima		Código de cor
	AWG		mm		Varetas		L (± 25)	A	daN		
	CA	CAA	Mínimo	Máximo	n.º	φ D			CA	CAA	
M-04/1	4	4	5,81	6,53	4	2,06	350	120±10	391	664	laranja
M-04/2	2	2	7,36	8,27	4	2,18	430	120±10	599	1 012	vermelho
M-04/3	1/0	1/0	9,36	10,4	4	2,54	510	140±10	884	1 557	amarelo
M-04/4	2/0	2/0	10,41	11,69	4	2,9	560	160±20	1 112	1 882	azul
M-04/5	4/0	4/0	13,13	14,67	4	3,65	775	180±20	1 345	2 354	vermelho
M-04/6	336,4	-	16,61	17,69	4	4,11	980	200±30	2 727	3 150	verde
M-04/7	-	336,4	17,7	18,78	4	4,11	990	210±30	3 176	4 090	amarelo

Notas:

- Os códigos apresentados na Tabela 8.6 foram obtidos a partir de referências ABNT, particularizadas para o sistema FECOERGS.
- Em casos de condutores não contemplados nesta tabela, utilizar intervalo de diâmetro para aplicação, tomando-se como referência o diâmetro nominal do condutor.
- Encordoamento: As varetas das alças pré-formadas devem ser uniformemente agrupadas e formadas em hélices no sentido horário (à direita). O tipo de dobra da alça pré-formada deve ser com a hélice destorcida.
- A dimensão *L* refere-se ao comprimento após a aplicação, *D* ao diâmetro nominal das varetas e *A* à distância do loop ao código de cor.

8.6. Padrão M-05: Alça Pré-Formada Dupla de Distribuição.

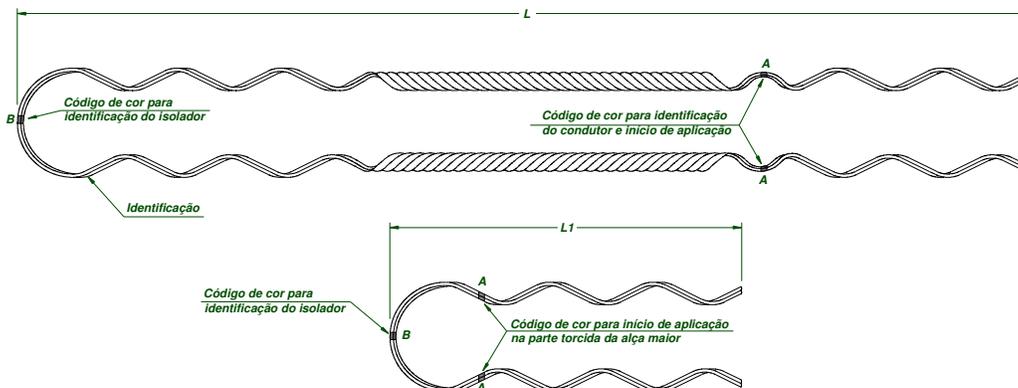


Tabela 8.7 – Características Gerais

Código FECOERGS	Diâmetro do pescoço do isolador (mm)	Condutor		Intervalo de diâmetro para aplicação		Dimensões (mm)			Resistência ao escorregamento ou ruptura mínima		Código de cor
		AWG		mm		Varetas		L (± 25)	daN		
		CA	CAA	Mínimo	Máximo	n.º	φ D		CA	CAA	
M-05/1	60	4	4	5,88	6,53	3	2,31	1030	391	664	laranja
M-05/2		2	2	7,41	8,25	3	2,54	1180	599	1 012	vermelho
M-05/3		1/0	1/0	9,36	10,11	3	3,25	1180	884	1 557	amarelo
M-05/4		2/0	2/0	10,41	11,69	3	3,25	1230	1 112	1 882	azul
M-05/6		4/0	4/0	13,13	14,67	4	3,65	1310	1 701	2 964	vermelho
M-05/7	75	4	4	5,88	6,53	3	2,31	1050	391	664	laranja
M-05/8		2	2	7,41	8,25	3	2,54	1200	599	1 012	vermelho
M-05/9		1/0	1/0	9,36	10,11	3	3,25	1200	884	1 557	amarelo
M-05/10		2/0	2/0	10,41	11,69	3	3,25	1220	1 112	1 882	marron
M-05/11		4/0	4/0	13,13	14,67	4	3,65	1320	1 701	2 964	preto

Notas:

- Os códigos apresentados na Tabela 8.7 foram obtidos a partir de referências ABNT, particularizadas para o sistema FECOERGS.
- Em casos de condutores não contemplados nesta tabela, utilizar intervalo de diâmetro para aplicação, tomando-se como referência o diâmetro nominal do condutor.
- Encordoamento: As varetas das alças pré-formadas devem ser uniformemente agrupadas e formadas em hélices no sentido horário (à direita).
- A dimensão *L* refere-se ao comprimento após a aplicação e *D* ao diâmetro nominal das varetas.

8.7. Padrão M-13: Laço Pré-Formado de Roldana.

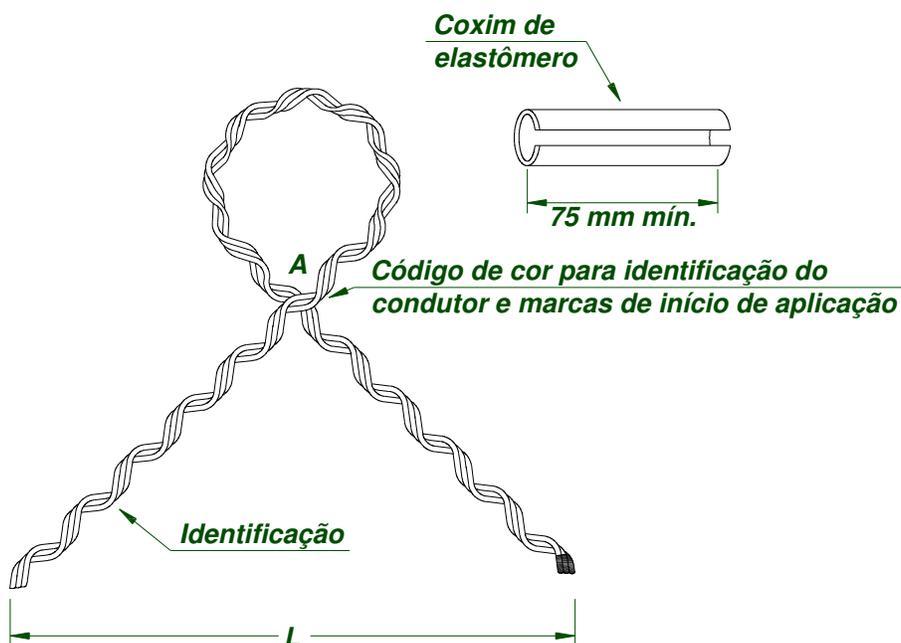


Tabela 8.8 – Características Gerais

Código FECOERGS	Condutor		Diâmetro para aplicação		Dimensões (mm)			Resistência mínima (daN)			Código de cor
	mm ²		mm		Varetas		L (± 25)	Escorregamento		Arrancamento	
	CA	CAL	Mínimo	Máximo	n.º	φ D		CA	CAL		"A"
M13/01	4	-	5,48	6,21	3	2,06	480	78	-	300	laranja
M13/02	2	35	7,06	8,01	3	2,31	560	120	218		vermelho
M13/03	1/0	50	9,09	10,3	3	2,54	615	177	314	600	amarelo
M13/04	2/0	70	10,31	11,67	3	2,9	615	222	398		azul
M13/06	4/0	120	13,23	14,95	3	2,9	700	340	773		vermelho

Notas:

- Os códigos apresentados na Tabela 8.8 foram obtidos a partir de referências ABNT, particularizadas para o sistema FECCOERGS.
- Em casos de condutores não contemplados nesta tabela, utilizar intervalo de diâmetro para aplicação, tomando-se como referência o diâmetro nominal do condutor.
- Encordoamento: As varetas das alças pré-formadas devem ser uniformemente agrupadas e formadas em hélices no sentido horário (à direita).
- Para os valores de resistência ao escorregamento ou ruptura foi considerado 20% do valor de ruptura do condutor nu.
- A dimensão *L* refere-se ao comprimento após a aplicação e *D* ao diâmetro nominal das varetas.
- Espessura do coxim: 3±1 mm.

8.8. Padrão M-14: Laço Pré-Formado de Topo.

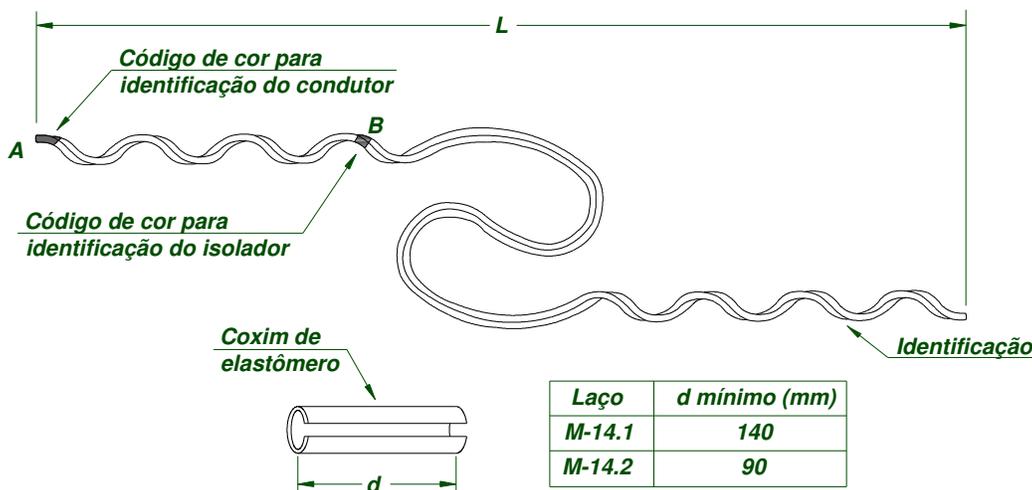


Tabela 8.9 – Características: Laços para Condutores CA e CAA

Código FECOERGS	Diâmetro do pescoço do isolador (mm)	Condutor		Intervalo de diâmetro para aplicação		Dimensões (mm)			Resistência mínima (daN)		Código de cor "A"	
		mm ²		mm		Varetas		L (± 25)	Escorregamento			Arrancamento
		CA	CAA	Mínimo	Máximo	n.º	φ D		CA	CAA		
M-14.1/1	60	4	4	5,81	6,53	2	2,54	635	78	166	300	laranja
M-14.1/2		2	2	7,36	8,27	2	2,54	700	120	253		vermelho
M-14.1/3		1/0	1/0	9,36	10,4	2	2,54	750	177	389	600	amarelo
M-14.1/4		2/0	2/0	10,41	11,69	2	2,9	720	222	471		azul
M-14.1/5		4/0	4/0	13,13	14,67	2	3,25	800	340	741		vermelho
M-14.1/6		336,4	-	16,61	17,69	2	3,25	840	545	788		verde
M-14.1/7		-	336,4	17,7	18,78	2	3,25	880	635	1 258		amarelo
M-14.1/8	75	-	4	6,22	7,05	2	2,54	686	-	166	300	laranja
M-14.1/9		2	2	7,06	8,01	2	2,54	737	120	253		púrpura
M-14.1/10		1/0	1/0	9,09	10,3	2	2,54	813	177	389	600	amarelo
M-14.1/11		2/0	2/0	10,31	11,67	2	3,25	660	222	471		azul
M-14.1/12		4/0	4/0	13,13	14,67	2	3,25	737	340	741		vermelho
M-14.1/13		336,4	-	14,96	16,95	2	3,25	813	545	788		púrpura
M-14.1/14		-	336,4	16,96	19,19	2	3,25	813	635	1 258		marron

Tabela 8.10 – Características: Laços para Condutores Aço-Alumínio

Código FECOERGS	Diâmetro do pescoço do isolador (mm)	Condutor		Diâmetro para aplicação mm	Dimensões (mm)			Resistência mínima (daN)		Código de cor
		Nº de fios	Bitola		Varetas		L (± 25)	Escorregamento	Arrançamento	
			AWG		n.º	ϕD				"A"
M-14.2/1	60	3	10	5,58	2	2,54	645	402	600	Verde
M-14.2/2	75	3	10	5,58	2	2,54	660			

Notas:

- Os códigos apresentados nas tabelas 8.9 e 8.10 foram obtidos a partir de referências ABNT, particularizadas para o sistema FECOERGS.
- Em casos de condutores não contemplados nestas tabelas, utilizar intervalo de diâmetro para aplicação, tomando-se como referência o diâmetro nominal do condutor.
- Encordoamento: As varetas das alças pré-formadas para cabos CA e CAA devem ser uniformemente agrupadas e formadas em hélices no sentido horário (à direita). As varetas das alças pré-formadas para cabos aço-alumínio devem ser uniformemente agrupadas e formadas em hélices no sentido anti-horário (à esquerda). O tipo de dobra do laço de topo deve ser com a hélice destorcida.
- Para os valores de resistência ao escorregamento ou ruptura foi considerado 20% do valor de ruptura do condutor nu.
- A dimensão *L* refere-se ao comprimento após a aplicação e *D* ao diâmetro nominal das varetas.
- Espessura do coxim: 3±1mm;

8.9. Padrão M-15: Laço Pré-Formado Lateral

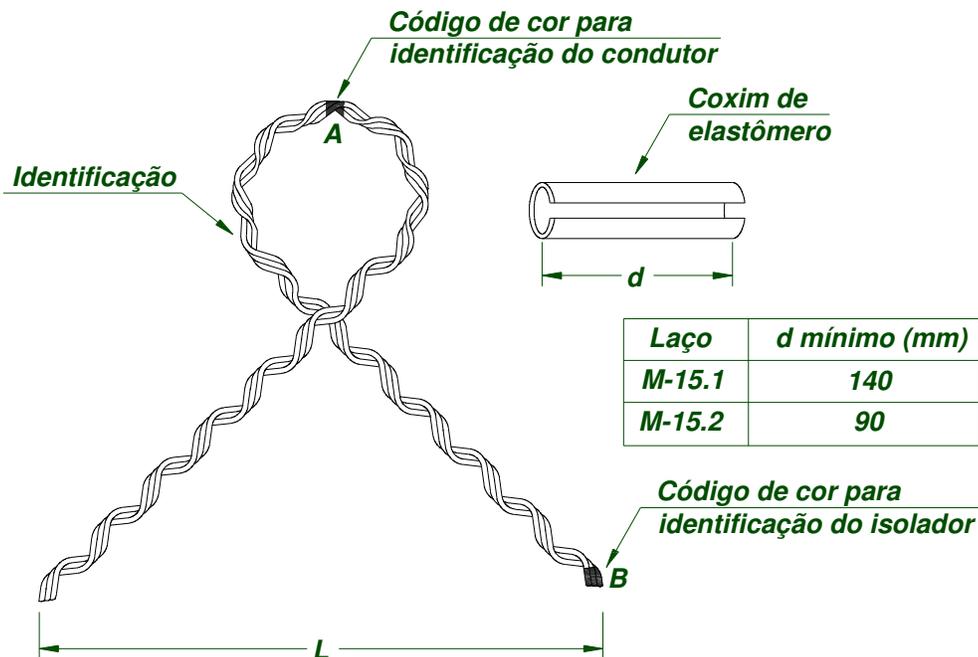


Tabela 8.11 – Características: Laços para Condutores CA e CAA

Código FECOERGS	Diâmetro do pescoço do isolador (mm)	Condutor		Intervalo de diâmetro para aplicação		Dimensões (mm)			Resistência mínima (daN)		Código de cor "A"	
		mm ²		mm		Varetas		L (± 25)	Escorregamento			
		CA	CAA	Mínimo	Máximo	n.º	φ D		CA	CAA		Arrancamento
M-15.1/1	60	4	4	5,81	6,53	3	2,31	500	78	166	300	laranja
M-15.1/2		2	2	7,36	8,27	3	2,31	525	120	253		vermelho
M-15.1/3		1/0	1/0	9,36	10,4	3	2,54	580	177	389	600	amarelo
M-15.1/4		2/0	2/0	10,41	11,69	3	2,9	630	222	471		azul
M-15.1/5		4/0	4/0	13,13	14,67	3	2,9	730	340	741		vermelho
M-15.1/6		336,4	-	16,61	17,69	3	3,25	780	545	788		verde
M-15.1/7		-	336,4	17,7	18,78	3	3,25	810	635	1 258		amarelo
M-15.1/8	75	-	4	6,22	7,05	3	2,31	483	78	166	300	laranja
M-15.1/9		2	2	7,06	8,01	3	2,31	533	120	253		púrpura
M-15.1/10		1/0	1/0	9,09	10,3	3	2,54	660	177	389	600	amarelo
M-15.1/11		2/0	2/0	10,31	11,67	3	2,9	711	222	471		azul
M-15.1/12		4/0	4/0	13,23	14,95	3	2,9	813	340	741		vermelho
M-15.1/13		336,4	-	14,96	16,95	3	3,25	584	545	788		púrpura
M-15.1/14		-	336,4	16,96	19,19	3	3,25	635	635	1 258		marron

Tabela 8.12 – Características: Laços para Condutores Aço-Alumínio

Código FECOERGS	Diâmetro do pescoço do isolador (mm)	Condutor		Diâmetro para aplicação mm	Dimensões (mm)			Resistência mínima (daN)		Código de cor "A"
		Nº de fios	Bitola		Varetas		L (± 25)	Escorregamento	Arrancamento	
			AWG		n.º	ϕD				
M-15.2/1	60	3	10	5,58	3	2,06	420	402	600	Verde
M-15.2/2	75	3	10	5,58	3	2,06	432			Marron

Notas:

- Os códigos apresentados nas tabelas 8.11 e 8.12 foram obtidos a partir de referências ABNT, particularizadas para o sistema FECOERGS.
- Em casos de condutores não contemplados nestas tabelas, utilizar intervalo de diâmetro para aplicação, tomando-se como referência o diâmetro nominal do condutor.
- Encordoamento: As varetas das alças pré-formadas para cabos CA e CAA devem ser uniformemente agrupadas e formadas em hélices no sentido horário (à direita). As varetas das alças pré-formadas para cabos aço-alumínio devem ser uniformemente agrupadas e formadas em hélices no sentido anti-horário (à esquerda). O tipo de dobra do laço de topo deve ser com a hélice destorcida.
- Para os valores de resistência ao escorregamento ou ruptura foi considerado 20% do valor de ruptura do condutor nu.
- A dimensão *L* refere-se ao comprimento após a aplicação e *D* ao diâmetro nominal das varetas.
- Espessura do coxim: 3±1mm;

8.10. Padrão M-17: Laço Pré-Formado Duplo Lateral

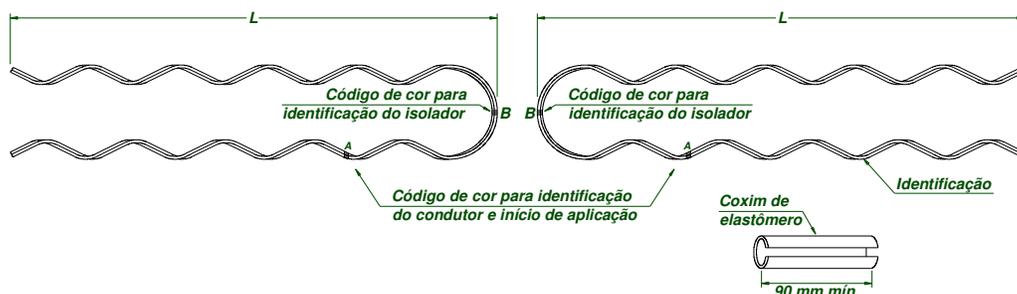


Tabela 8.13 – Características: Laços para Condutores CA e CAA

Código FECOERGS	Condutor		Intervalo de diâmetro para aplicação		Dimensões (mm)			Resistência mínima (daN)		Código de cor	
	mm ²		mm		Varetas		L (± 25)	Escorregamento			Arrancamento
	CA	CAA	Mínimo	Máximo	n.º	φ D		CA	CAA	"A"	
M-17.1/1	4	4	5,81	6,53	2+2	2,54	410	78	166	300	laranja
M-17.1/2	2	2	7,36	8,27	2+2	2,54	430	120	253		vermelho
M-17.1/3	1/0	1/0	9,36	10,4	2+2	2,54	430	177	389	600	amarelo
M-17.1/4	2/0	2/0	10,41	11,69	2+2	2,54	460	222	471		azul
M-17.1/5	4/0	4/0	13,13	14,67	2+2	3,25	520	340	741		vermelho
M-17.1/6	336,4	-	16,61	17,69	2+2	3,25	550	545	788		verde
M-17.1/7	-	336,4	17,7	18,78	2+2	3,25	600	635	1 258		amarelo

Tabela 8.14 – Características: Laços para Condutores Aço-Alumínio

Código FECOERGS	Condutor		Diâmetro para aplicação	Dimensões (mm)		Resistência mínima (daN)		Código de cor	
	Nº de fios	Bitola		Varetas		L (± 25)	Escorregamento		Arrancamento
		AWG	mm	n.º	φ D			"A"	
M-17.2	3	10	5,58	2+2	2,54	430	402	600	Verde

Notas:

- Os códigos apresentados nas tabelas 8.13 e 8.14 foram obtidos a partir de referências ABNT, particularizadas para o sistema FECOERGS.
- Os valores apresentados nas tabelas servem para isoladores com pescoço 60 ou 75mm. Em casos de condutores não contemplados nestas tabelas, utilizar intervalo de diâmetro para aplicação, tomando-se como referência o diâmetro nominal do condutor.
- Encordoamento: As varetas das alças pré-formadas para cabos CA e CAA devem ser uniformemente agrupadas e formadas em hélices no sentido horário (à direita). As varetas das alças pré-formadas para cabos aço-alumínio devem ser uniformemente agrupadas e formadas em hélices no sentido anti-horário (à esquerda).
- Para os valores de resistência ao escorregamento ou ruptura foi considerado 20% do valor de ruptura do condutor nu.

5. A dimensão L refere-se ao comprimento após a aplicação e D ao diâmetro nominal das varetas.
6. Espessura do coxim: 3 ± 1 mm;

8.11. Padrão M-26: Seccionador Pré-Formado de Cerca

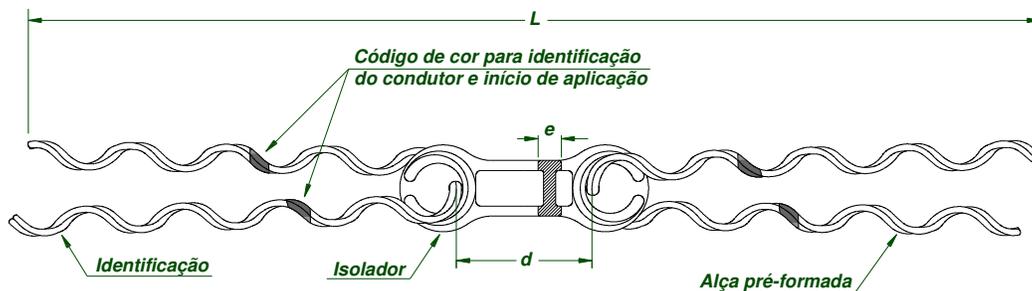


Tabela 8.15 – Características Dimensionais

Código FECOERGS	Tipo de Arame	Diâmetro para aplicação (mm)		Dimensões (mm)					Código de cor "A"
				Varetas		L (± 25)	e (±0,5)	d	
		Mínimo	Máximo	n.º	φ D				
M-26/1	Farpado/Liso	2,6	3	4 (2+2)	2,18	650	6	63	preto
M-26/2	Farpado	3,26	4,11	4 (2+2)	2,18	650	6	63	verde
M-26/3	Liso	2,6	3	4 (2+2)	2,18	800	12,5	70	amarelo

Tabela 8.16 – Características Elétricas e Mecânicas

Código FECOERGS	Tensão suportável a 60 Hz (1 minuto) mínima		Resistência ao escorregamento ou ruptura mínima
	kV		
	A seco	Sob chuva	daN
M-26/1	35	15	450
M-26/2			450
M-26/3			900

Notas:

- Os códigos apresentados nas tabelas 8.15 e 8.16 foram obtidos a partir de referências ABNT, particularizadas para o sistema FECOERGS.
- Em casos de arames não contemplados nestas tabelas, utilizar intervalo de diâmetro para aplicação.
- Encordoamento: As varetas das alças pré-formadas devem ser uniformemente agrupadas e formadas em hélices.
- A dimensão *L* refere-se ao comprimento após a aplicação e *D* ao diâmetro nominal das varetas.

8.12. Padrão M-27: Pré-Formado Tipo L para Aterramento de Cerca

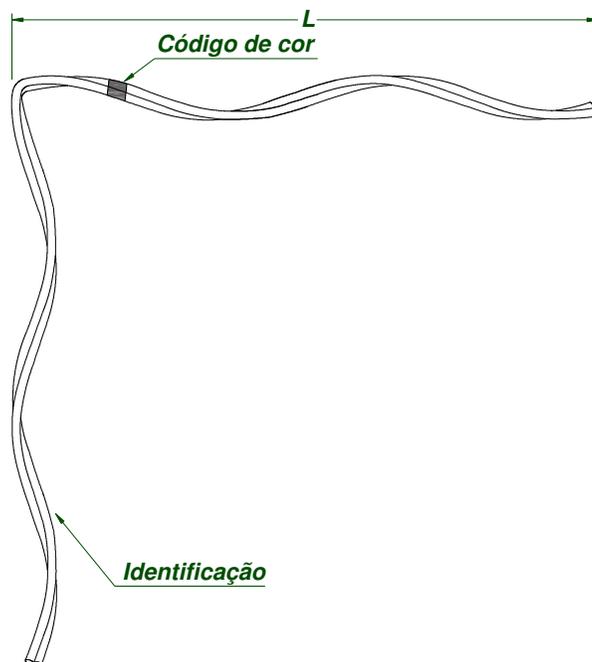


Tabela 8.17 – Características Gerais

Código FECOERGS	Tipo de Arame	Diâmetro para aplicação (mm)		Dimensões (mm)			Código de cor "A"
		Mínimo	Máximo	Varetas		L (± 25)	
				n.º	φ D		
M-27/1	Farpado	3,26	4,11	2	2,18	150	verde
M-27/2	Liso	2,6	3	2	2,18	150	preto

Notas:

1. Os códigos apresentados na Tabela 8.17 foram obtidos a partir de referências ABNT, particularizadas para o sistema FECOERGS.
2. Em casos de arames não contemplados nesta tabela, utilizar intervalo de diâmetro para aplicação.
3. Encordoamento: As varetas das alças pré-formadas devem ser uniformemente agrupadas e formadas em hélices.
4. A dimensão *L* refere-se ao comprimento após a aplicação e *D* ao diâmetro nominal das varetas.
5. O código de cor é utilizado para identificar o condutor e o ponto de início da aplicação.

8.13. Padrão M-28: Emenda Pré-Formada para Cordoalhas de Aço

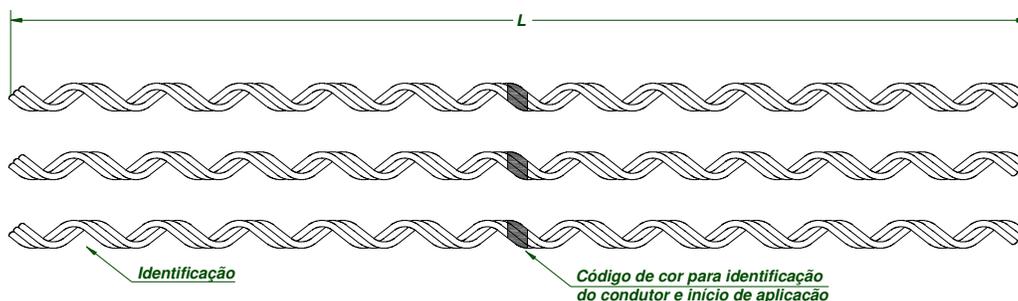


Tabela 8.18 – Características Gerais

Código FECOERGS	Cordoalha		Diâmetro para aplicação	Dimensões (mm)			Resistência ao escorregamento ou ruptura mínima	Código de cor "A"
	Nº de fios	Bitola mm		Varetas		L (± 25)		
				n.º	ϕD		daN	
M-28/1	7	6,4	6,4	10	2,18	890	3020	amarelo
M-28/2	7	7,9	7,9	11	2,54	1070	5080	preto
M-28/3	7	9,5	9,5	12	2,54	1270	6990	laranja

Notas:

- Os códigos apresentados na Tabela 8.18 foram obtidos a partir de referências ABNT, particularizadas para o sistema FECOERGS.
- Em casos de cordoalhas não contempladas nesta tabela, utilizar intervalo de diâmetro para aplicação.
- Encordoamento: As varetas das emendas pré-formadas devem ser uniformemente agrupadas e formadas em hélices no sentido anti-horário (à esquerda).
- A dimensão L refere-se ao comprimento após a aplicação e D ao diâmetro nominal das varetas.
- O código de cor é utilizado para identificar o condutor e o ponto de início da aplicação.

8.14. Padrão O-20: Emenda Pré-Formada Condutora

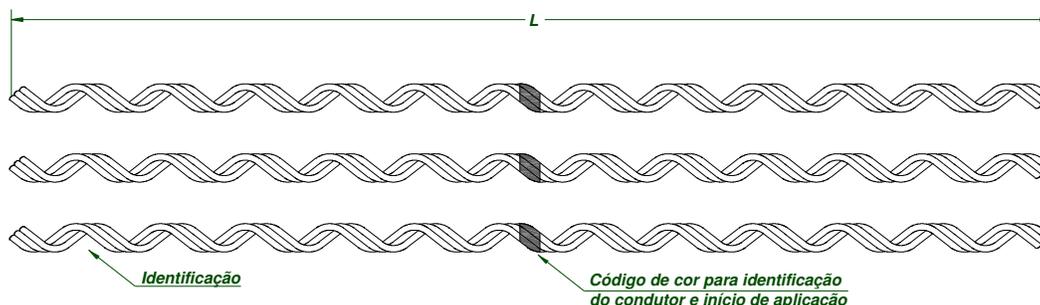


Tabela 8.19 – Características: Emendas Com Pó Abrasivo Condutivo

Código FECOERGS	Condutor			Diâmetro para aplicação		Dimensões (mm)			Resistência ao escorregamento ou ruptura mínima (daN)			Código de cor "A"
	AWG		mm ²	mm		Varetas		L	CA	CAA	CAL	
	CA	CAA	CAL	Mínimo	Máximo	n.º	φ D	(± 25)				
O-20.1/1	4	-	-	5,81	6,08	10	2,18	610	391	-	-	marrom
O-20.1/2	-	4	-	6,27	6,54	9	2,38	660	-	830	-	laranja
O-20.1/3	2	-	35	7,36	7,58	11	2,38	840	599	-	1092	púrpura
O-20.1/4	-	2	-	7,89	8,27	11	2,59	790	-	1265	-	vermelho
O-20.1/5	-	-	50	8,94	9,33	12	2,59	870	-	-	1572	verde
O-20.1/6	1/0	-	-	9,34	9,66	11	3,07	1040	884	-	-	preto
O-20.1/7	-	1/0	-	9,67	10,12	11	3,07	970	-	1946	-	amarelo
O-20.1/8	2/0	-	70	10,3	10,61	11	3,07	970	1112	-	1991	púrpura
O-20.1/9	-	2/0	-	11,27	11,75	11	3,45	1 070	-	2353	-	azul
O-20.1/10	-	-	95	12,24	12,79	10	4,24	1 170	-	2943	2840	laranja
O-20.1/11	4/0	-	-	13,25	13,83	11	4,24	1 300	1701	-	-	preto
O-20.1/12	-	4/0	-	13,84	14,41	11	4,24	1 320	-	3705	-	vermelho
O-20.1/13	-	-	120	14,42	15,1	11	4,62	1 550	2142	-	3863	azul
O-20.1/14	336	-	-	16,38	17,05	11	5,18	1 755	2727	3938	-	marrom
O-20.1/15	-	336.4	-	17,8	18,53	11	6,35	1 970	3176	6292	-	verde

Tabela 8.20 – Características: Emendas Metalizadas

Código FECOERGS	Condutor		Diâmetro para aplicação		Dimensões (mm)			Resistência ao escorregamento ou ruptura mínima (daN)		Código de cor
	AWG		mm		Varetas		L (± 25)	CA	CAA	
	CA	CAA	Mínimo	Máximo	n.º	Ø D				
O-20.2/1	4		5,81	6,08	10	2,18	635	391	-	marrom
O-20.2/2	-	4	6,27	6,54	10	2,18	635	-	500	laranja
O-20.2/3	2	-	7,36	7,58	10	2,59	715	599	-	púrpura
O-20.2/4	-	2	7,89	8,27	11	2,59	740	-	760	vermelho
O-20.2/5	1/0	-	9,34	9,66	10	3,45	890	884	-	preto
O-20.2/6	-	1/0	9,67	10,12	10	3,45	1 020	-	1 167	amarelo
O-20.2/7	2/0	-	10,3	10,61	10	3,45	1 045	1112	-	púrpura
O-20.2/8	-	2/0	11,27	11,75	10	3,71	1 145	-	1 335	azul
O-20.2/9	4/0	-	13,25	13,83	10	4,62	1 400	1701	-	preto
O-20.2/10	-	4/0	13,84	14,41	10	4,62	1 425	-	2 105	vermelho
O-20.2/11	336,4	-	16,38	17,05	10	5,97	1 905	2727	-	marrom
O-20.2/12	-	336,4	17,8	18,53	10	6,35	2 415	3176	3 193	verde

Notas:

- Os códigos apresentados nas tabelas 8.19 e 8.20 foram obtidos a partir de referências ABNT, particularizadas para o sistema FECOERGS.
- Em casos de condutores não contemplados nestas tabelas, utilizar intervalo de diâmetro para aplicação.
- Encordoamento: As varetas das emendas condutoras pré-formadas devem ser uniformemente agrupadas e formadas em hélices no sentido do condutor a ser utilizado.
- As pontas das varetas externas até o cabo 4/0 (inclusive) devem ter as pontas lixadas e acima o acabamento deve ser tipo bola.
- A dimensão *L* refere-se ao comprimento após a aplicação e *D* ao diâmetro nominal das varetas.
- A aplicação nos condutores CAA é restrita a reparação dos fios de alumínio, quando a alma de aço estiver íntegra.

8.15. Padrão O-21: Emenda Pré-Formada Total

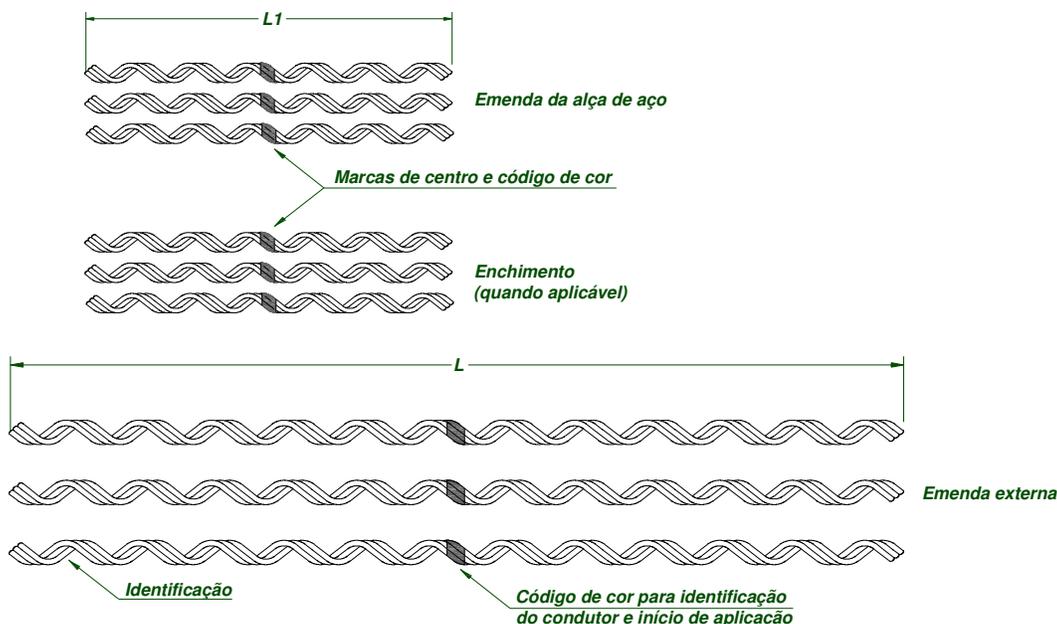


Tabela 8.21 – Características: Emendas Com Pó Abrasivo Condutivo

Código FECOERGS	Condutor CAA AWG /MCM	Diâmetro nominal mm	Dimensões da alma (mm)			Dimensões do enchimento (mm)			Dimensões externas (mm)			Resistência ao escorregamento ou ruptura mínima daN	Código de cor "A"
			Varetas		L	Varetas		L 1	Varetas		L 2		
			n.º	φ D	(± 25)	n.º	φ D	(± 25)	n.º	φ D	(± 25)		
O-21.1/1	4	6,35	4	2,18	305	-	-	-	9	2,38	890	830	laranja
O-21.1/2	2	8,02	4	2,54	385	-	-	-	11	2,59	1 120	1 265	vermelho
O-21.1/3	1/0	10,11	7	1,78	435	13	1,83	435	11	3,07	1 320	1 946	amarelo
O-21.1/4	2/0	11,35	8	1,78	410	13	1,83	410	11	3,45	1 400	2 353	azul
O-21.1/5	4/0	14,31	8	2,18	485	12	2,59	485	11	4,24	1 705	3 705	vermelho
O-21.1/6	336,4	18,31	11	2,18	660	10	3,71	660	10	6,35	2 720	6 292	amarelo

Tabela 8.22 – Características: Emendas Metalizadas

Código FECOERGS	Condutor CAA AWG /MCM	Diâmetro nominal mm	Dimensões da alma (mm)			Dimensões do enchimento (mm)			Dimensões externas (mm)			Resistência ao escorregamento ou ruptura mínima daN	Código de cor "A"
			Varetas		L	Varetas		L 1	Varetas		L 2		
			n.º	φ D	(± 25)	n.º	φ D	(± 25)	n.º	φ D	(± 25)		
O-21.2/1	4	6,35	4	2,18	305	-	-	-	10	2,18	865	830	laranja
O-21.2/2	2	8,02	4	2,54	385	-	-	-	11	2,59	1 120	1 265	vermelho
O-21.2/3	1/0	10,11	7	1,78	435	13	1,83	435	10	3,45	1 475	1 946	amarelo
O-21.2/4	2/0	11,35	8	1,78	410	13	1,83	410	10	3,71	1 575	2 353	azul
O-21.2/5	4/0	14,31	8	2,18	485	12	2,59	485	10	4,62	1 905	3 705	vermelho
O-21.2/6	336,4	18,31	11	2,18	660	10	3,71	660	10	6,35	2 800	6 292	amarelo

Notas:

- Os códigos apresentados nas tabelas 8.21 e 8.22 foram obtidos a partir de referências ABNT, particularizadas para o sistema FECOERGS.

2. Em casos de condutores não contemplados nestas tabelas, utilizar intervalo de diâmetro para aplicação.
3. Encordoamento: As varetas das emendas condutoras pré-formadas devem ser uniformemente agrupadas e formadas em hélices no sentido do condutor a ser utilizado.
4. As pontas das varetas externas até o cabo 4/0 (inclusive) devem ter as pontas lixadas e acima o acabamento deve ser tipo bola.
5. A dimensão L refere-se ao comprimento após a aplicação e D ao diâmetro nominal das varetas.
6. A aplicação nos condutores CAA é restrita a reparação dos fios de alumínio, quando a alma de aço estiver íntegra.

8.16. Detalhe para Ensaio de Resistência ao Escorregamento ou Ruptura Mínima



Figura 8.16.1– Ensaio em Alças

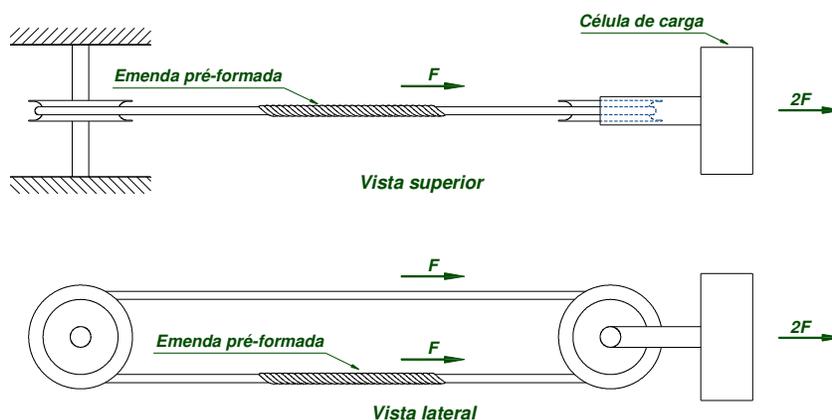


Figura 8.16.2 – Ensaio em Emendas

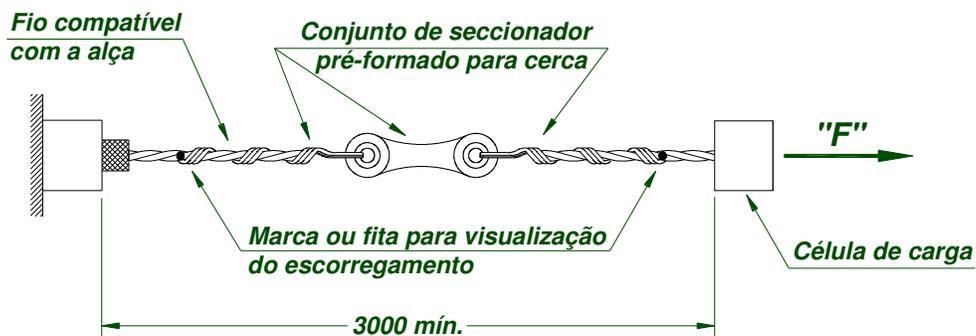


Figura 8.16.3 – Ensaio em Seccionador para Cerca

Nota:

Dimensões em milímetros

8.17. Detalhe para Ensaio de Escorregamento

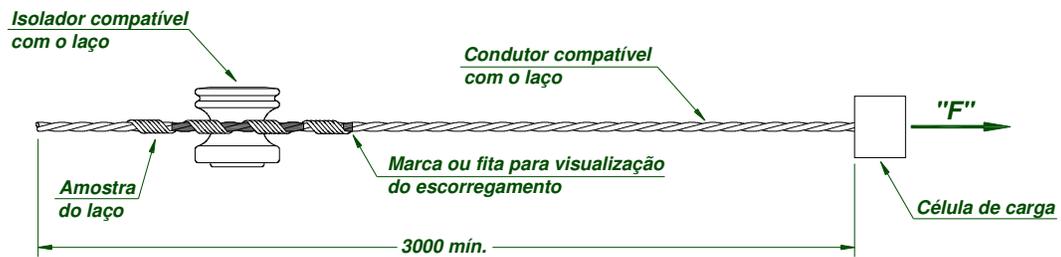


Figura 8.17.1 – Ensaio em Laço de Roldana

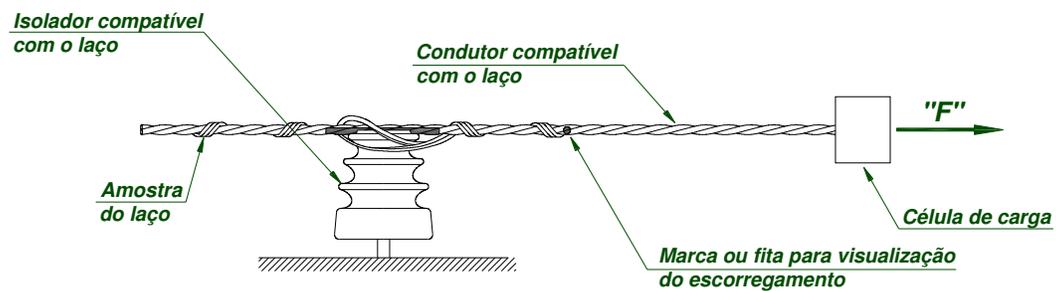


Figura 8.17.2 – Ensaio em Laço de Topo

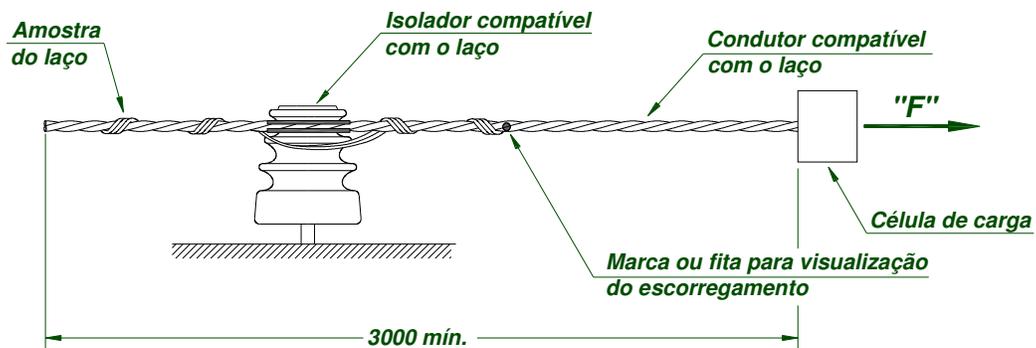


Figura 8.17.3 – Ensaio em Laço Lateral

Nota:

Dimensões em milímetros

8.18. Detalhe para Ensaio de Arrancamento

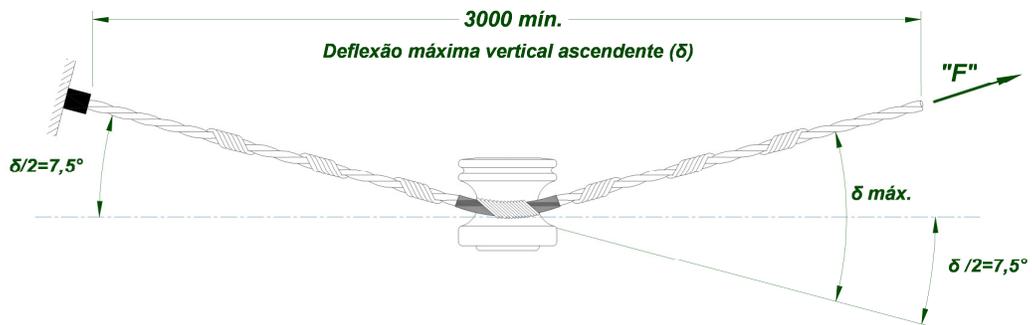


Figura 8.18.1 – Ensaio em Laço de Roldana

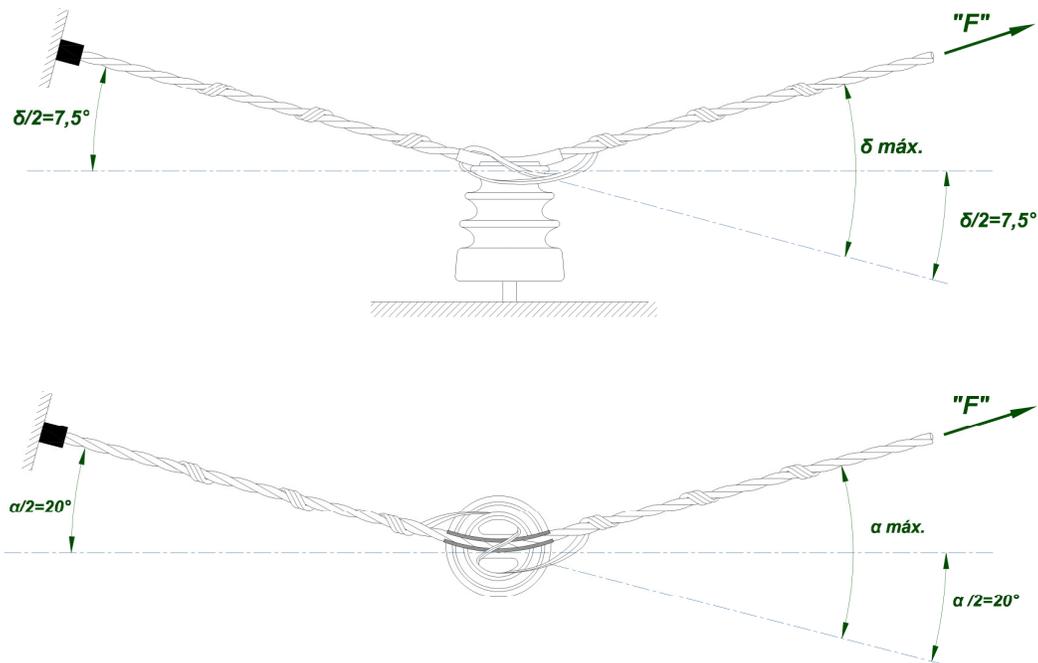


Figura 8.18.2 – Ensaio em Laço de Topo

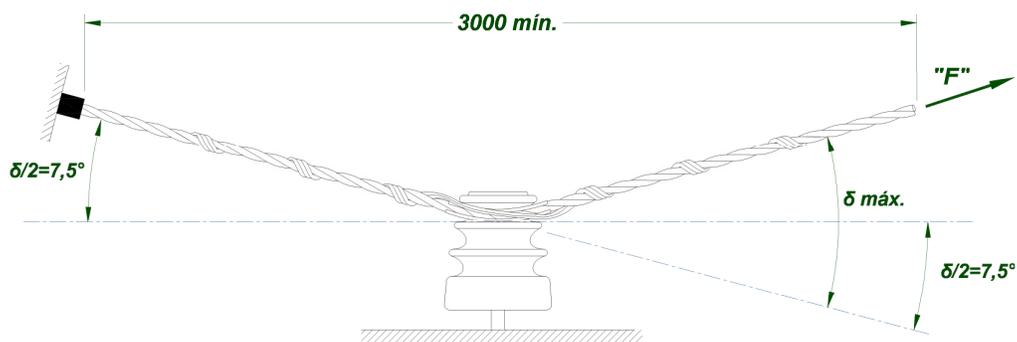
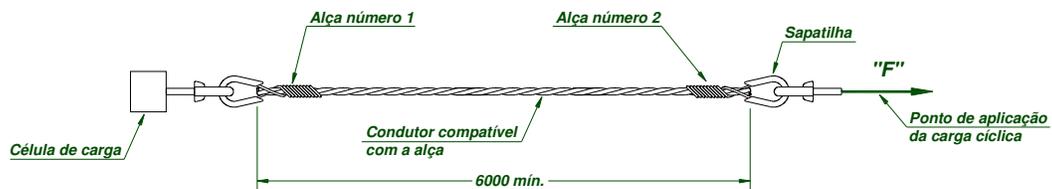


Figura 8.18.3 – Ensaio em Laço Lateral

Notas:

1. δ - deflexão máxima vertical ascendente; α - deflexão máxima horizontal ascendente.
2. Dimensões em milímetros.

8.19. Detalhe para Ensaio de Carga Cíclica



Nota:

Dimensões em milímetros.

8.20. Detalhe para Ensaio de Vibração

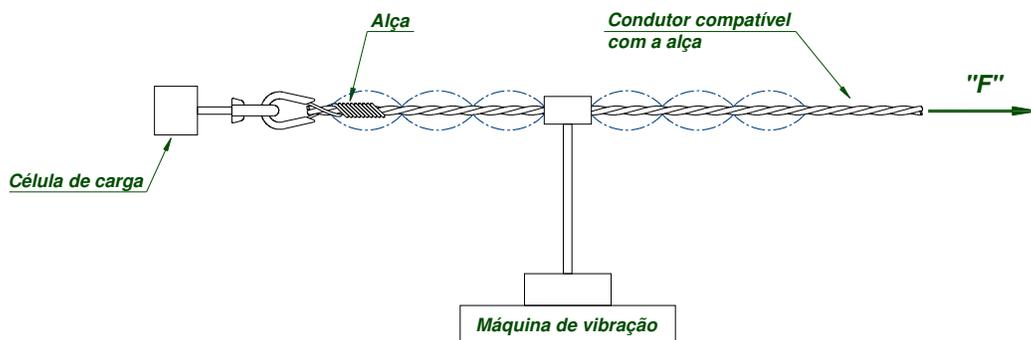
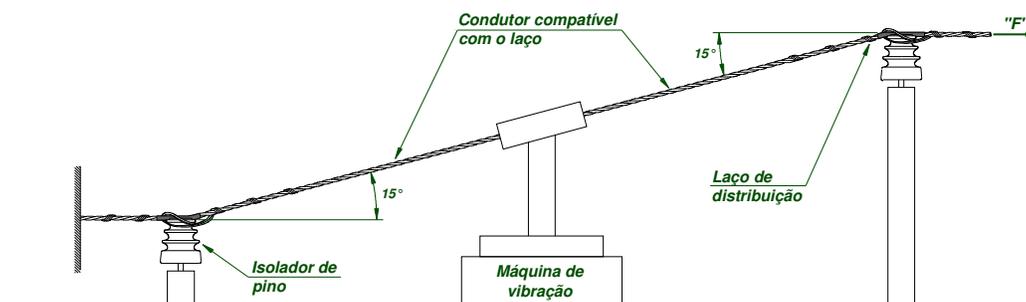
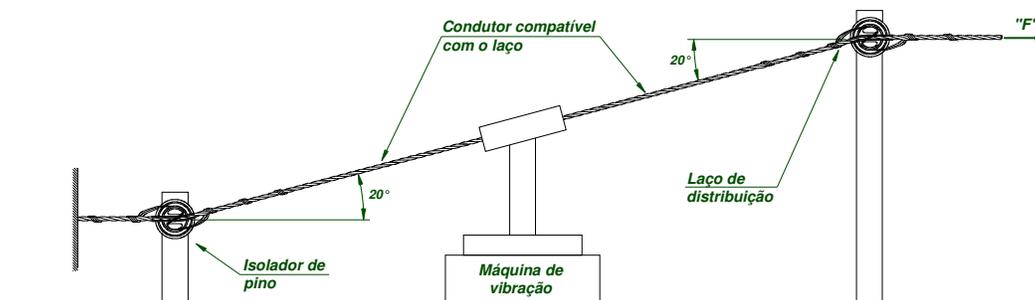


Figura 8.20.1 – Ensaio em Alças

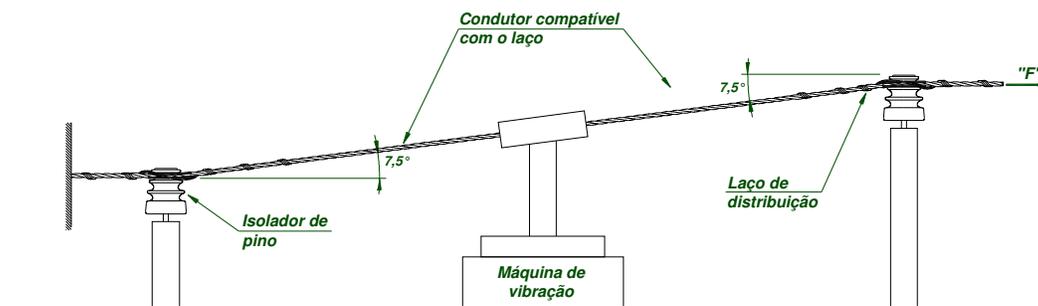


Deflexão vertical (δ)

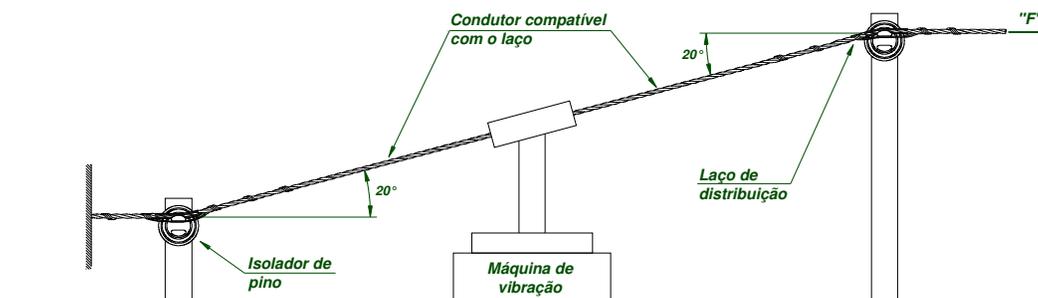


Deflexão horizontal (α)

Figura 8.20.2 – Ensaio em Laço de Topo

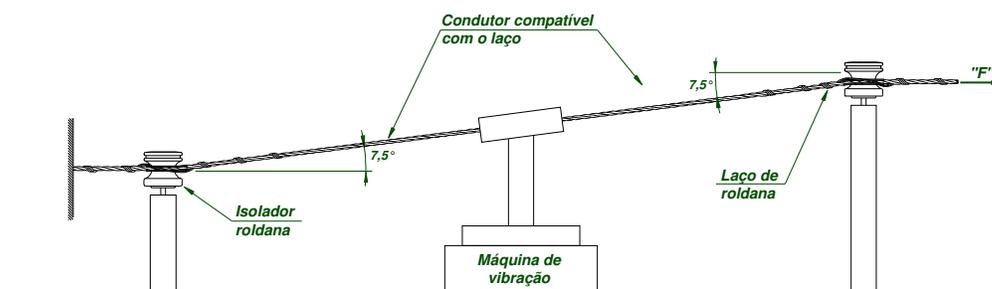


Deflexão vertical (δ)

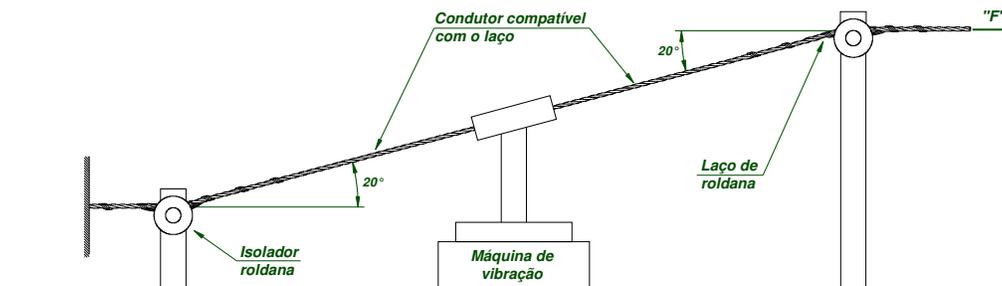


Deflexão horizontal (α)

Figura 8.20.3 – Ensaio em Laço Lateral



Deflexão vertical (δ)



Deflexão horizontal (α)

Figura 8.20.4 – Ensaio em Laço de Roldana

Tabela 8.23 – Trações para o Ensaio de Vibração em Alças e Laços Pré-Formados para Condutores CAA e Aço-Alumínio

Condutor		Tração Mínima	Amplitude	Número de ciclos
		F	mm	
AWG/MCM	mm	daN		
4	-	332	6,36	10 000 000
2	-	506	8,01	
1/0	-	779	10,11	
2/0	-	941	11,34	
4/0	-	1482	14,31	
336,4(7)	-	2517	18,31	
-	5,58	805	5,58	

Notas:

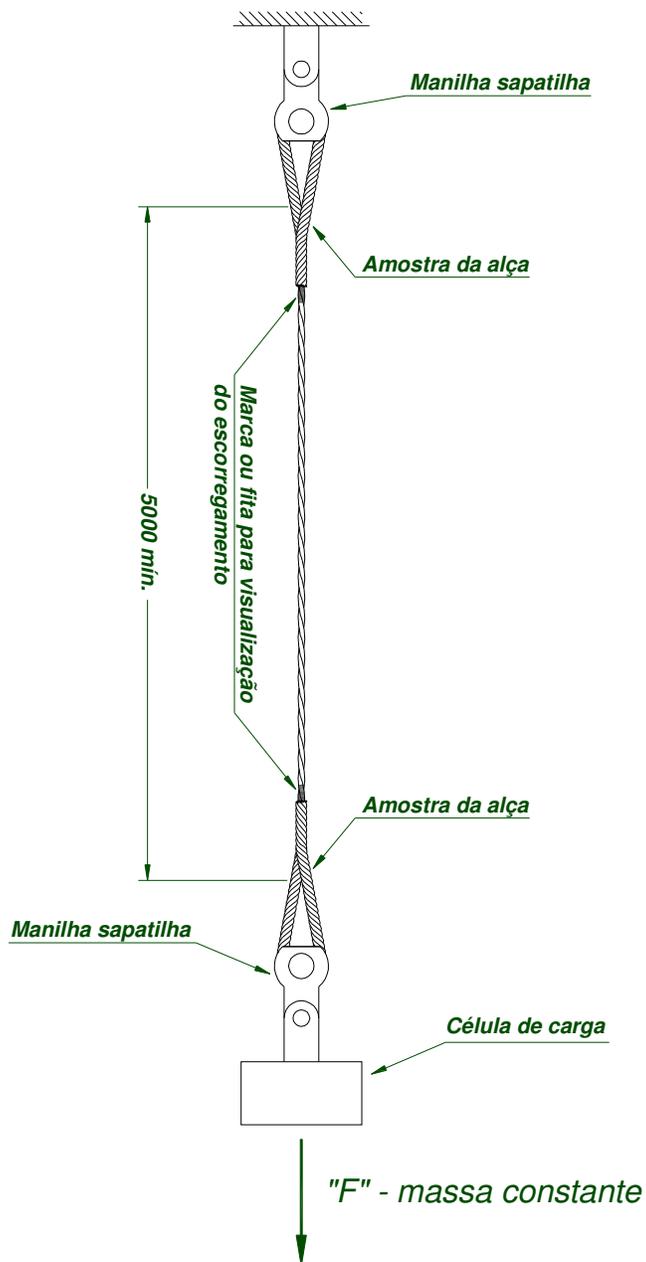
1. Dimensões em milímetros.
2. δ - deflexão máxima vertical ascendente; α - deflexão máxima horizontal ascendente.
3. O equipamento deve ser ajustado para se obter a freqüência típica de ressonância do vão de teste.
4. Considerado para valores de tração mínima de ruptura o percentual de 40% da ruptura do condutor.
5. Os valores de freqüência foram calculados pela formula abaixo e devem servir de referência para a freqüência final do teste, obtida através de ajuste fino do excitador, até a estabilidade da onda de vibração no vão de teste (freqüência de ressonância):

$$f = 320/d \text{ ou } f = \frac{1}{2} \times L \times \sqrt{t.g/w}$$

onde:

- f - freqüência em Hz;
- d - diâmetro do condutor;
- L - comprimento da onda em metros;
- t - tração do condutor em kgf;
- g - aceleração da gravidade em m/s²;
- w - massa do condutor em kg/m.

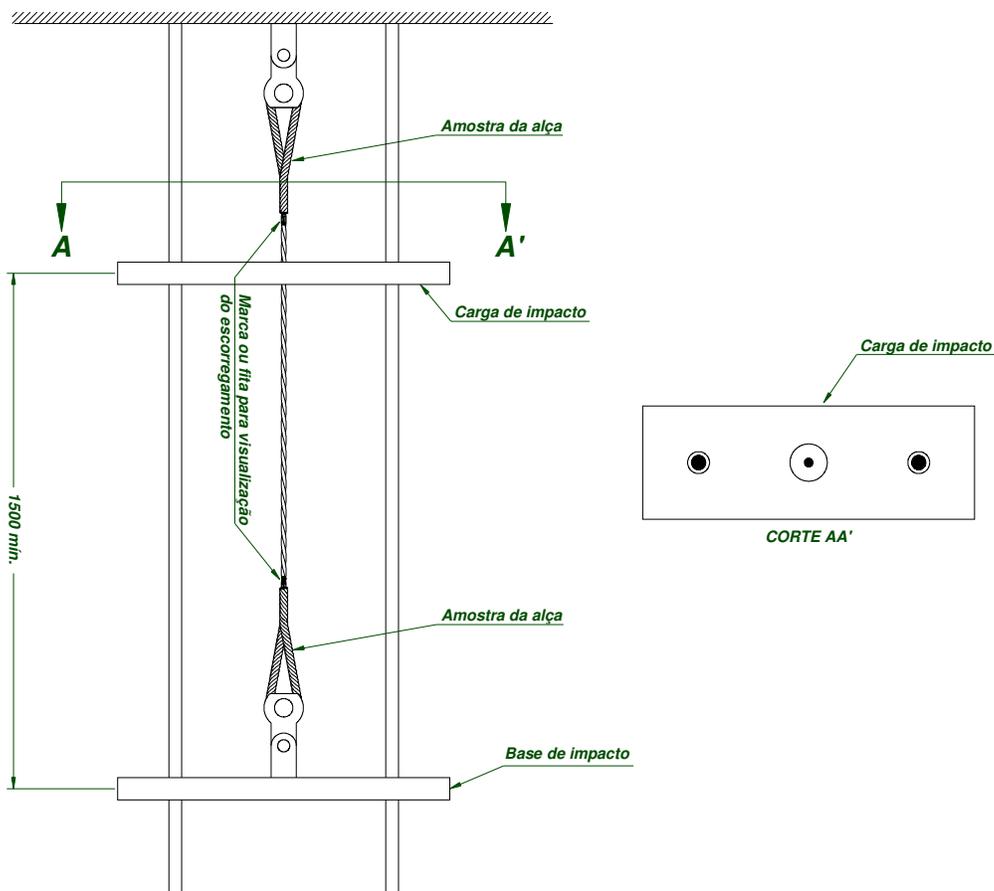
8.21. Detalhe para Ensaio de Carga Mantida



Nota:

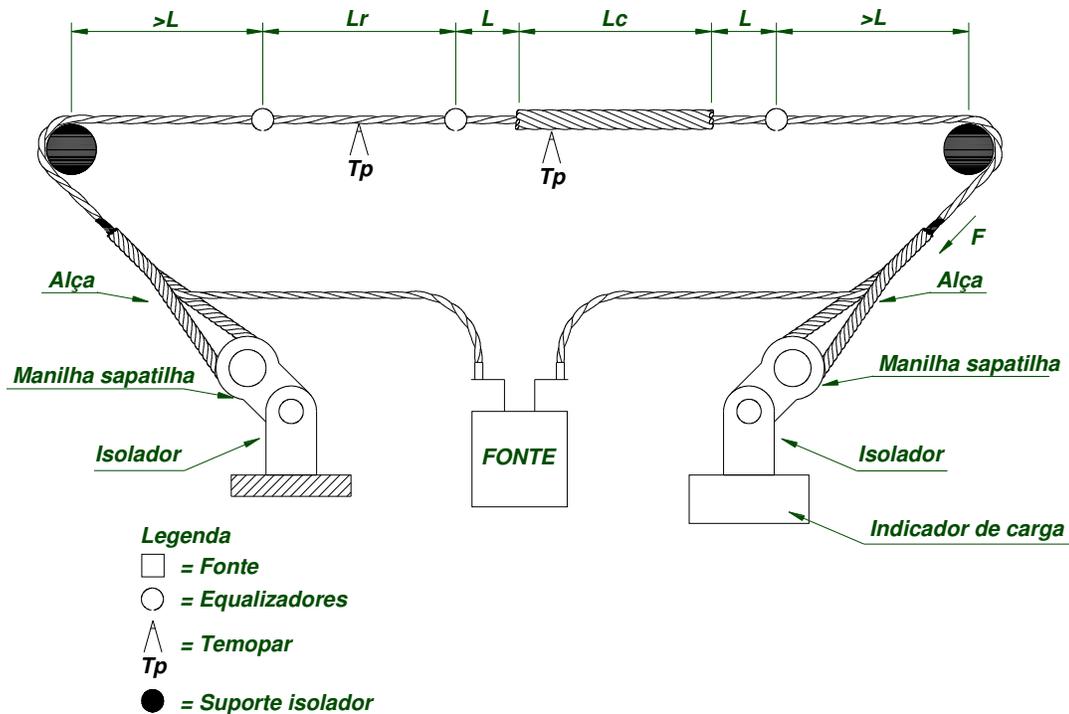
Dimensões em milímetros.

8.22. Detalhe para Ensaio de Carga Impacto



Nota:

Dimensões em milímetros.

8.23. Detalhe para Ensaio de Ciclo Térmico e Aquecimento

Tabela 8.24

Seção nominal do condutor S mm ²	Distância L mm
$S \leq 16$	125
$16 < S \leq 50$	200
$50 < S \leq 120$	300
$120 < S \leq 240$	400
$240 < S \leq 400$	500
$400 < S \leq 630$	650
$630 < S \leq 1\ 000$	750
$S > 1\ 000$	950

Notas:

- Condutor de referência: $L_r = 2 \times L + L_c + 2 \times d$

sendo:

L_r = comprimento do condutor de referência.

L = valor indicado na Tabela.

L_c = comprimento da conexão (emenda).

d = diâmetro do condutor de referência.

- A carga F deve ser mantida constante.