

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DA DISTRIBUIÇÃO

SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0016	CORDOALHA DE AÇO	1/22

1. FINALIDADE

Definir as exigências mínimas relativas à fabricação e ao recebimento de cordoalhas de aço revestidas de zinco, Zn, ou zinco alumínio, Zn-5Al MM, a serem utilizados no Sistema de Distribuição de Energia Elétrica da Celesc Distribuição S.A. – Celesc D, como estais, cabos guarda e aterramento.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se a toda a Celesc D, fabricantes, fornecedores de materiais, empreiteiras, empreendedores e demais órgãos usuários.

3. ASPECTOS LEGAIS

Esta Especificação tem como base as recomendações contidas na Norma ABNT NBR 16730 – Cordoalha de fios de aços zincados para eletrificação – Requisitos.

Esta Especificação poderá, a qualquer tempo, sofrer alterações no todo ou em parte, por razões de ordem técnica, para melhor atendimento às necessidades do sistema, motivo pelo qual os interessados deverão, periodicamente, consultar a Celesc D quanto a eventuais alterações.

4. CONCEITOS BÁSICOS

Os termos técnicos utilizados nesta Especificação estão de acordo com as normas de terminologia da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

4.1. Arame ou Fio

Produto maciço de seção circular, obtido pelo encruamento por trefilação a partir de fio-

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 102/2022 - 08/08/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi

Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König

Gerente do DPEP



máquina e revestido a quente com camada de zinco.

4.2. Cordoalhas de 7 Fios

Constituídas de 6 fios encordoados juntos, concentricamente, em torno de um fio central, com torção à esquerda (sentido anti-horário) e passo uniforme, no máximo igual a 16 vezes o diâmetro nominal especificado para a cordoalha.

4.3. Cordoalha Pré-Formada

A cordoalha é pré-formada quando seus fios componentes são previamente conformados em formato helicoidal, por qualquer meio ou processo que não seja pelo simples encordoamento, permanecendo a cordoalha em sua posição normal quando cortados ou possam ser recolocados manualmente.

4.4. Lote

É uma determinada quantidade de cordoalha com o mesmo número de fios, diâmetro nominal e características, apresentados para inspeção e ensaios de uma só vez através de rolos ou bobinas.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

5.1. Exigências

Quanto às exigências para o material especificado, prevalecerão esta Especificação, os relatórios técnicos da ABRADDEE e as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e normas internacionais.

Para fornecimento direto ou indireto, o fabricante deve ser cadastrado e as cordoalhas de aço a serem fornecidas conforme esta Especificação devem sofrer homologação conforme a E-313.0045, para a obtenção do Certificado de Homologação do Produto – CHP, e estarão sujeitas a inspeção e ensaios pela Celesc D.

5.2. Material

5.2.1. Fios de Aço Carbono

O metal base para a obtenção do fio máquina deve ser o aço carbono, com 0,5 a 0,85% de

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 102/2022 - 08/08/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



carbono, obtido por um dos processos Siemens-Martin, básico ao oxigênio ou forno elétrico. O aço deve ser de qualidade tal que o fio-máquina, quando trefilado ao diâmetro especificado e revestido de zinco, resulte em fios componentes, bem como em cordoalhas acabadas de qualidade uniforme, cumprindo os requisitos indicados nesta Especificação.

Os fios de aço carbono devem ser revestidos por imersão a quente em zinco fundido ou de Zn-5Al-MM.

Para fins de cálculo, considerar as seguintes propriedades físicas e mecânicas dos fios e cordoalhas.

Coeficiente de dilatação linear máximo: $11,5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$.

Massa específica do fio zincado a 20°C : $7,78 \text{ g/cm}^3$.

Resistividade típica a 20°C : $0,19157 \text{ W}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$.

Módulo de elasticidade: Fio = $200\ 000 \text{ MPa} \pm 10\%$ e do Cabo = $185\ 000 \text{ MPa} \pm 10\%$.

5.2.2. Revestimento de Zinco Fundido

O zinco empregado para o revestimento deve ser de lingotes de zinco primário, deve ser no mínimo do tipo ZN-5, conforme a ISO 752. O teor de pureza mínimo é de 98,5% e o máximo de alumínio presente não deve exceder 0,01%.

5.2.3. Revestimento de Zn-5Al-MM fundido

O revestimento de Zn-5Al-MM (Galfan®, Bezinal®) é realizado através da imersão do fio em uma liga eutética fundida de zinco e alumínio na proporção de 95-5, isto é, 5% de alumínio, 0,26% de outros elementos e o restante de zinco, conforme a ASTM B750 e ASTM A855.

5.3. Acabamento

O fio de aço zincado deverá apresentar uma superfície lisa e uma camada de zinco contínua e de espessura o mais uniforme possível, tolerando-se apenas imperfeições inerentes ao processo de zincagem empregado e o aparecimento de manchas superficiais esbranquiçadas (corrosão branca).



5.4. Emendas

Não são permitidas emendas nas cordoalhas acabadas.

Nos fios de aço que constituem as cordoalhas, é permitida solda elétrica de topo, desde que seja feita antes do antepenúltimo passe da trefilação. Permite-se, no máximo, duas emendas a cada 1600 metros de fio. Neste caso, tais emendas devem ser limitadas, no máximo, a uma em cada 50 metros da cordoalha acabada.

A posição de cada emenda na cordoalha deve ser marcada com tinta ou similar que a identifique. Todas as emendas devem ser bem feitas e revestidas de zinco logo após a soldagem, de tal modo que a proteção contra corrosão seja equivalente àquela do próprio fio.

O processo de soldagem deverá ser tal que os fios que contenham seções soldadas suportem um esforço de tração superior a 90% do valor mínimo especificado para tensão a 1% de alongamento sob carga.

5.5. Classificação

5.5.1. Conforme o número de fios, as cordoalhas distinguem-se nos seguintes tipos:

- a) cordoalhas de 7 fios;
- b) cordoalhas de 19 fios;
- c) cordoalhas de 37 fios.

Nota: a cordoalha de três fios somente é prevista nesta Especificação.

5.5.2. Conforme a carga de ruptura mínima especificada, as cordoalhas classificam-se nas seguintes categorias:

- a) baixa resistência (BR);
- b) média resistência (MR ou SM);
- c) alta resistência (AR ou HS);



d) extra-alta resistência (EAR ou EHS).

5.5.3. Conforme a massa mínima da camada de zinco, as cordoalhas são apresentadas nas classes de revestimento A, B e C:

A utilização das cordoalhas de aço pela Celesc D obedece à seguinte classificação:

- a) cordoalha de 7 fios;
- b) categoria média e alta resistência;
- c) revestimento de zinco classe A para cabos de média resistência e classe B para cabos de alta e extra-alta resistência.

5.6. Características Dimensionais

As características dimensionais das cordoalhas e suas tolerâncias são indicadas na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1: Características físicas das cordoalhas de aço.

Diâmetro nominal do cabo - DN (mm)	Formação e Diâmetro nominal do fio zincado (mm)	Tolerância no diâmetro do fio ± (mm)	Massa da cordoalha (kg/km)	Seção nominal (mm ²)	Carga de ruptura mínima (daN)			
					Categoria de resistência			
					Baixa BR	Média MR	Alta AR	Extra EAR
4,8	7 x 1,57	0,08	108	11,93	530	860	1300	1810
6,4	7 x 2,03	0,08	180	14,07	870	1430	2160	3020
7,9	7x 2,64	0,10	305	24,66	1460	2430	3630	5080
9,5	7 x 3,05	0,10	407	55,60	1930	3160	4900	6990

5.7. Propriedades Mecânicas

As cordoalhas fabricadas, inspecionadas e ensaiadas conforme esta Especificação devem

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 102/2022 - 08/08/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP

cumprir os valores mínimos de carga de ruptura, conforme subitem 5.6., e alongamento sob carga, conforme Tabela 2:

Tabela 2: Alongamento das cordoalhas sob carga

Alongamento Sob Carga das Cordoalhas	
Categoria da Cordoalha	Alongamento sob carga mínima (em 600 mm)
Baixa Resistência (BR)	10%
Média Resistência (MR ou SM)	8%
Alta Resistência (AR ou HS)	5%
Extra-Alta Resistência (EAR ou EHS)	4%

5.8. Características do Revestimento de Zinco e Zn-5Al-MM

5.8.1. Aderência da Camada

No fio zincado ou com revestimento de Zn-5Al-MM enrolado em hélice fechada, com pelo menos duas voltas sobre o mandril cilíndrico, de diâmetro igual a 3 vezes o diâmetro nominal do fio, a camada de zinco, não deverá se escamar a ponto de poder ser removida, esfregando-se com o dedo sem auxílio da unha.

Durante o ensaio de enrolamento, as perdas ou desprendimentos de pequenas partículas de zinco ou da liga Zn-5Al-MM da superfície dos fios revestidos, inerentes ao processo de revestimento a quente, não devem ser considerados como causa de rejeição.

5.8.2. Massa da Camada de Zinco ou de Zn-5AL-MM

A massa da camada de zinco de qualquer fio individual não deverá ser menor que o valor especificado na Tabela 3. Para os fios revestidos com Zn-5AL-MM, deve ser considerado no mínimo a massa indicada para a classe A.

A utilização de revestimento do tipo Zn-5Al-MM deve ser comprovada com a análise química deste indicando os seus componentes. Caso contrário, deve seguir a especificação da massa da camada de zinco conforme a classe indicada no Anexo 7.2.

Tabela 3: Características da camada de zinco

Massa da Camada de Zinco			
Diâmetro nominal do fio zincado (mm)	Massa mínima da camada de zinco (g/m ²)		
	Classe A	Classe B	Classe C
1,57	155	310	465
2,03	185	370	555
2,25	205	410	615
2,64	245	490	735
3,05	260	520	780

5.8.3. Uniformidade da Camada de Zinco

É verificada pelo número de imersões, com duração de um minuto, em solução de sulfato de cobre de densidade igual a 1,186 a 18°C, sem apresentar depósito permanente de cobre (ensaio Preece), que o fio zincado deve suportar. Para o revestimento de Zn-5AL-MM considerar a Classe A, desde que atenda ao especificado no inciso 5.8.2.

O ensaio está indicado na Tabela 4:

Tabela 4: Classificação do fio quanto à espessura da camada de zinco

Número de Imersões no Ensaio Preece				
Diâmetro nominal dos fios		Número mínimo de imersões		
Acima de	até (inclusive)	Classe A	Classe B	Classe C
1,32	1,57	2	3	4
1,57	2,03	2	3 ½	5
2,03	2,36	2	3 ½	5
2,36	2,64	2 ½	4	6
2,64	3,05	3	5	7
3,05	3,63	3	6	8

5.8.4. Ductilidade do Aço

É verificada no ensaio de enrolamento. O fio de aço zincado não deve fraturar ao se enrolar em pelo menos duas voltas, a uma velocidade de até 15 voltas por minuto, em hélice fechada, em torno de um mandril cilíndrico de diâmetro conforme segue:



- a) baixa resistência (BR): 1 vez o diâmetro (sobre o próprio fio);
- b) média resistência (MR ou SM): 1 vez o diâmetro (sobre o próprio fio);
- c) alta resistência (AR ou HS): 3 vezes o diâmetro;
- d) extra-alta resistência (EAR ou EHS): 3 vezes o diâmetro.

5.9. Encordoamento

Todos os fios zincados componentes de uma mesma cordoalha devem ter o mesmo diâmetro nominal.

Todos os fios das cordoalhas devem ser encordoados com tensão uniforme. O encordoamento deve assegurar que os fios estejam firmemente dispostos entre si de modo que a cordoalha, quando tensionada a 10% da carga de ruptura mínima especificada, não apresente uma redução apreciável no seu diâmetro.

Quando solicitado pela Celesc, as cordoalhas poderão ser fornecidas pré-formadas.

5.10. Acondicionamento e Fornecimento

As cordoalhas devem ser acondicionadas conforme a E-141.0001 em rolos ou em carretéis.

As condutores devem ser acondicionados em rolos ou carretéis, conforme NBR 7310, NBR 7312 e NBR 5314.

O acondicionamento em rolos é limitado à massa de 40 kg para movimentação manual e devem ser paletizados em estrados padrões de 1100x1100 mm com altura útil máxima de 1500 mm, limitado a 2000 kg por palete, suficientemente amarrados de forma a evitar o tombamento, durante a sua movimentação. Os rolos devem ser acomodados de forma a não apresentarem bordas que excedam as dimensões do estrado.

No acondicionamento em carretel, a bobina formada é limitada à massa de 3500 kg.

É permitida uma variação de mais ou menos 3% no lance do comprimento nominal das cordoalhas em cada bobina.



É permitida a entrega de até 3% da massa da encomenda em lances não inferiores a 50% do comprimento nominal.

A quantidade em massa total da encomenda, solicitada através do Pedido ou Ordem de Compra, pode sofrer uma tolerância máxima de entrega de menos 2%.

Para cada unidade de expedição (rolo ou bobina), a incerteza máxima no método de medição da quantidade efetiva é de 1%.

Os carretéis devem atender as seguintes especificações:

- a) ser isentos de defeito e/ou materiais que possam vir a danificar mecânica e quimicamente os cabos e ter resistência adequada quando exposto a intempéries;
- b) a madeira utilizada para a construção dos carretéis deve seguir a ABNT NBR 6236, com durabilidade mínima de 24 meses;
- c) estar com as dimensões de acordo com a ABNT NBR 11137 e o Anexo 7.1;
- d) as cintas de aço para embalagem e envolvimento final das bobinas devem ser conforme a ABNT NBR 6653;
- e) ser adequados para uso com equipamento para levantamento de cabos;
- f) permitir o enrolamento do cabo em um ou mais lances sem que haja perda de espaço útil;
- g) externamente, apresentar pintura ou proteção impermeável que não ataque o cabo;
- h) internamente, não apresentar pintura com o tambor revestido de papel à prova d'água, servindo de forro para o cabo. Deve-se ainda proceder à proteção adequada quando a madeira para os carretéis possuir tratamento preservativo a base de cobre.

As pontas dos cabos devem ser firmemente amarradas. O cabo deve ser uniformemente enrolado na bobina, não sendo permitida remontagem de cabo.

Para cobertura das bobinas, devem ser usadas ripas com espessura mínima de 25 mm, pregadas firmemente na periferia das abas, fechando completamente a bobina. Essa cobertura deve ser arrematada com fitas de aço zincado, superpostas em pelo menos 200 mm na extremidade.

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 102/2022 - 08/08/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



Os carretéis devem conter nos dois lados externos, diretamente sobre o disco ou em plaquetas metálicas de aço inoxidável o alumínio anodizado, caracteres legíveis e indelévels, com as seguintes indicações:

- a) CNPJ, nome ou marca do fabricante;
- b) tipo de condutor;
- c) comprimento em metros e número de lances;
- d) massa líquida e bruta em kg;
- e) designação das cordoalhas;
- f) tipo de revestimento, ZINCO ou Zn-5AL-MM;
- g) número de série da bobina;
- h) número do pedido de compra;
- i) seta indicadora do sentido de desenrolar o cabo.

Os rolos devem conter externamente uma etiqueta com as indicações acima, exceto as alíneas “g” e “i”. Marcações adicionais necessárias ao transporte poderão ser utilizadas, devendo ser indicadas no pedido de compra ou nas instruções para embarque.

5.11. Designação do Cabo

As cordoalhas acabadas deverão ser designadas por:

- a) diâmetro nominal em mm e polegadas;
- b) número de fios;
- c) categoria de resistência mecânica;



- d) classe de revestimento de zinco.

5.12. Encomenda

Na encomenda das cordoalhas, a Celesc deverá indicar:

- a) número desta Especificação;
b) comprimento total da cordoalha em metros;
c) diâmetro nominal, com número de fios e categoria;
d) classe do revestimento de zinco;
e) comprimento da cordoalha em cada rolo ou carretel;
f) acondicionamento e embalagem.

5.13. Inspeção

Salvo indicado de outra maneira na encomenda, a inspeção e os ensaios devem ser efetuados na fábrica, antes da expedição.

O fabricante deve fornecer ao inspetor as facilidades para o acesso à inspeção e aos ensaios na fábrica, a fim de poder verificar se o produto está sendo fornecido de acordo com esta Especificação.

A inspeção e os ensaios devem ser conduzidos de maneira a não interferirem na operação da fábrica.

A inspeção visual deve verificar se o lote satisfaz os requisitos de acabamento, encordoamento, acondicionamento, embalagem e identificação previstos nesta Especificação.

5.14. Amostragem

Para verificação das propriedades mecânicas da cordoalha, características dimensionais, massa, aderência e uniformidade da camada de zinco, retira-se ao acaso de cada lote a amostra (rolos

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 102/2022 - 08/08/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



ou carretéis) indicada na Tabela 5 abaixo:

Tabela 5: Plano de amostragem para ensaios.

Plano de Amostragem Simples Normal			
Tamanho do Lote			Nível de Inspeção II NQA = 2,5%
			Número de Amostras
2	a	15	2
16	a	25	3
26	a	90	8
91	a	150	13
151	a	280	20

De cada rolo ou carretel da amostra, retira-se um comprimento de cordoalha suficiente para a realização dos ensaios previstos no subitem 5.15.

De cada comprimento de cordoalha de 7 fios, retirado da amostra, para cada um dos ensaios do subitem 5.15., devem ser retirados 4 fios de arame.

O ensaio de tração deve ser efetuado nos corpos de prova da cordoalha, sem junta soldada ou outra emenda.

Na verificação das características dimensionais, caso haja alguma distorção nos fios ocorrida durante o processo de encordoamento, os respectivos corpos de prova deverão ser eliminados e substituídos por outros sem esse defeito.

A critério da Celesc, na encomenda, a fim de verificar o cumprimento dos requisitos previstos para as características dimensionais, revestimento de zinco e ductilidade do aço, em vez de fios da cordoalha acabada, o fabricante poderá ensaiar os fios zincados antes do encordoamento, fornecendo o certificado dos resultados.

5.15. Ensaios

O diâmetro deverá ser considerado como a média de três medidas, feitas aproximadamente a 1/4, 1/2 e 3/4 do comprimento da amostra.



O ensaio de tração para determinar a carga de ruptura e alongamento sob carga da cordoalha deve ser executado conforme as condições estabelecidas nos incisos a seguir.

5.15.1. Determinação da Carga de Ruptura

Quando a carga de ruptura não atingir o valor mínimo especificado, um novo corpo de prova do mesmo rolo ou carretel deverá ser ensaiado, se ocorrer um dos seguintes casos:

- a) deslize do corpo de prova nas garras da máquina de ensaio;
- b) quebra do corpo de prova dentro ou a uma distância menor que 25 mm das garras;
- c) inadequado encaixe do corpo de prova na máquina de ensaios.

5.15.2. Determinação do Alongamento sob Carga

O alongamento percentual é determinado pelo afastamento das garras da máquina de ensaio. Para o comprimento inicial do corpo de prova, toma-se a distância entre as garras ou marcas, depois de aplicar uma carga correspondente a 10% da carga de ruptura mínima especificada.

A distância entre as garras ou marcas, ao se aplicar essa carga de 10%, deverá ser de 610 mm, aproximadamente. Como distância final entre as garras ou marcas, deve-se tomar o comprimento correspondente ao instante que precede a ruptura da cordoalha ou de um de seus fios.

Registram-se só os valores de alongamento dos corpos de prova quando a ruptura ocorrer a uma distância maior que 25 mm das garras da máquina de ensaio.

No caso de rejeição, retiram-se corpos de prova adicionais do mesmo rolo ou carretel.

Uma vez atingidos os valores mínimos especificados da carga de ruptura e alongamento, mesmo ocorrendo ruptura nas garras, o ensaio será considerado como válido.

Salvo indicações em contrário, atingindo-se os valores mínimos especificados da carga e do alongamento, não é necessário prosseguir o ensaio até a ruptura.

A velocidade de aplicação da carga não deve exceder a 3 daN/mm²/s (30 MPa/s).



Os critérios para esse ensaio são definidos na ABNT NBR 6349.

Os ensaios para determinação da uniformidade da massa da camada de zinco devem ser executados conforme a ABNT NBR 7397 e 7400.

Os ensaios de enrolamento para verificação da ductilidade do aço e aderência da camada de zinco devem ser executados conforme a ABNT NBR 6005.

5.16. Aceitação e Rejeição

O lote inspecionado será aceito desde que atenda os requisitos especificados nos subitens 5.5., 5.6. e 5.7.

Quando um corpo de prova de um lote não satisfaz a algum requisito desta Especificação, ensaios adicionais em que houver falhas devem ser efetuados em outros dois corpos de prova retirados do mesmo rolo ou carretel.

Não havendo falha em qualquer dos ensaios suplementares, o lote será aprovado.

É facultado ao fabricante, na presença do inspetor da Celesc, ensaiar cada rolo ou carretel do lote rejeitado em que houver falha. Serão aceitos somente os que satisfizerem a todos os requisitos desta Especificação.

Os valores de características técnicas indicadas pelo fabricante serão consideradas como garantia da proposta e prevalecerão sobre qualquer publicação ou catálogo eventualmente anexado.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

6.1. Normas Recomendadas

Na aplicação desta Especificação, poderá ser necessário consultar:

- a) E-141.0001 – Padrão de Embalagem;
- b) E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produtos;



- c) ABNT NBR 5314 – Carretéis plásticos para acondicionamento de fios para enrolamentos – Especificação;
- d) ABNT NBR-5426 – Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos – Procedimentos;
- e) ABNT NBR 6005 – Arames de aço – Ensaio de enrolamento – Método de Ensaio;
- f) ABNT NBR 6236 – Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos;
- g) ABNT NBR 6349 – Barras, cordoalhas e fios de aço para armadura de protensão – Ensaio de tração;
- h) ABNT NBR 6653 – Fitas de Aço para Embalagem – Especificação;
- i) ABNT NBR 6756 – Fio de aço zincado para alma de cabos de alumínio e alumínio-liga – Especificação;
- j) ABNT NBR 7310 – Armazenamento, transporte e utilização de bobinas com fios, cabos ou cordoalhas de aço;
- k) ABNT NBR 7312 – Rolos de fios e cabos elétricos – Características dimensionais;
- l) ABNT NBR 7397 – Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente — Determinação da massa do revestimento por unidade de área — Método de ensaio;
- m) ABNT NBR 7400 – Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente — Verificação da uniformidade do revestimento — Método de ensaio;
- n) ABNT NBR 11137 – Carretel de madeira para o acondicionamento de fios e cabos elétricos – Dimensões e estruturas;
- o) ABNT NBR 16730 – Cordoalha de fios de aços zincados para eletrificação – Requisitos;
- p) ASTM A855 – Standard Specification for Zinc-5% Aluminum-Mischmetal Alloy-Coated Steel Wire Strand;



- q) ASTM B750 – Standard Specification for GALFAN (Zinc-5% Aluminum – Mischmetal) Alloy in Ingot Form for Hot-dip Coatings;
- r) ISO 752 – Zinc Ingots.

7. ANEXOS

7.1. Padrão de Acondicionamento (Rolo e Carretel)

7.2. C-01 – Cordoalha de Aço – Padronização

7.3. Informações sobre Experiências de Fornecimento e Garantia do Produto

7.4. Controle de Revisões e Alterações

7.5. Histórico de Revisões

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 102/2022 - 08/08/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

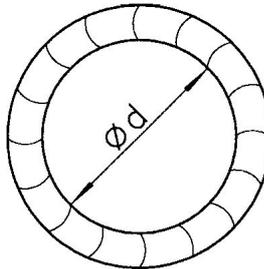
VISTO

DPEP

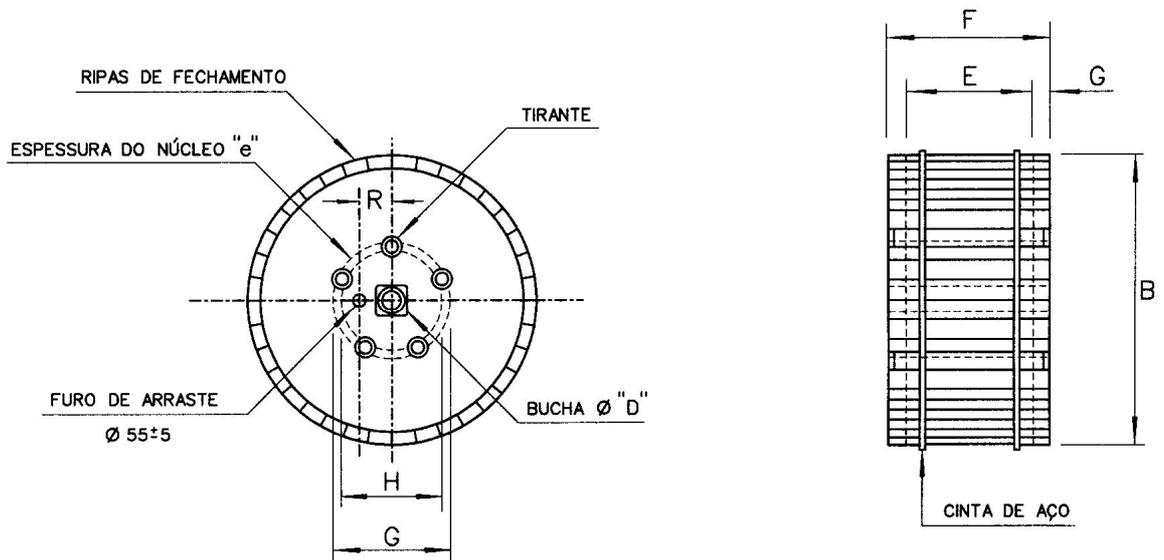
Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



7.1. Padrão de Acondicionamento (Rolo e Carretel)



DIÂMETRO "d" (mm)	155	180	225	300	350	400	500
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



CÓDIGO DO CARRETEL	DIMENSÕES - mm								
	B	C	D	E	F	G	H	R	e
65/25	650	350	83	250	350	50	308	120	20
65/25	650	350	83	450	550	50	308	120	20
80/45	800	350	83	450	550	50	308	120	20
100/60	1000	500	89	600	726	63	430	180	34
125/70	1250	600	89	700	826	63	530	180	34
125/100	1250	600	89	1000	1126	63	530	180	34

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 102/2022 - 08/08/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP

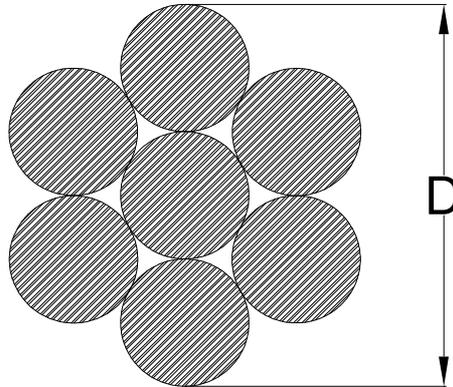
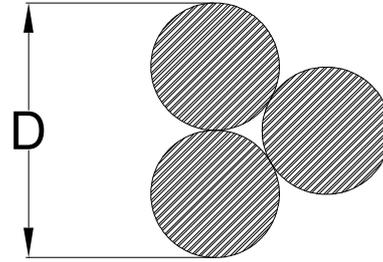
7.2. C-01 – Cordoalha de Aço – Padronização

07 Fios

03 Fios

Tabela 6: Características padronizadas das cordoalhas.

Diâmetro nominal do cabo "D"	Formação e Diâmetro nominal do fio zincado	Tolerância no diâmetro do fio	Massa da cordoalha	Seção nominal	Categoria de resistência	Classe de Zincagem <small>(Nota)</small>	Carga de ruptura mínima	Resistência elétrica a 20°C	Corrente	Utilização	Código SAP MM CELESC
							(daN)	(W/km)	(A)		
(mm)	(mm)	± (mm)	(kg/km)	(mm ²)							
4,50	3 x 2,25	0,08	95	11,93	AR/HS	B	1670	16,07	36,0	Estai	233
4,80 (3/16")	7 x 1,57	0,08	108	14,07	AR/HS	B	1300	13,84	40,2	Estai	232
6,40 (1/4")	7 x 2,03	0,08	180	24,66	MR/SM	A	1430	-	-	Estai	229
7,93 (5/16")	7x 2,64	0,10	305	38,36	AR/HS	B	3630	-	-	Cabo para raios, Estai	231
9,50 (3/8")	7 x 3,05	0,10	407	55,60	MR/SM	A	3160	-	-	Estai	230

Nota: pode ser utilizada os revestimentos conforme subitem 5.8.



7.3. Informações sobre Experiências de Fornecimento e Garantia do Produto

A lista de informações a seguir, quando solicitada, deve ser enviada juntamente com a proposta comercial:

- a) relação das experiências anteriores no fornecimento de cabos nessa seção;
- b) relação de equipamentos utilizados para os ensaios;
- c) local de realização dos ensaios;
- d) cronograma de fabricação;
- e) o formulário abaixo de valores garantidos devidamente preenchido.

VALORES GARANTIDOS PELO FABRICANTE

IDENTIFICAÇÃO DO FABRICANTE: (Razão social, nome fantasia, CNPJ, endereço, nacionalidade etc.)

Denominação da Cordoalha: (marca, modelo, código etc.)

1	CARACTERÍSTICA DO CABO		
1.1	Formação		firos
1.2	Diâmetro		mm
1.3	Seção Transversal		mm ²
1.4	Carga de Ruptura		daN
1.5	Massa		Kg/km
1.6	Coeficiente de dilatação linear		°C ⁻¹
1.7	Módulo de elasticidade:		
1.7.1	- inicial		MPa
1.7.2	- final		MPa
1.8	Ensaio de rotina e tipo realizados pelo Fabricante - Listar		

2	CARACTERÍSTICAS DOS FIOS DE AÇO		
2.1	Diâmetro		mm
2.2	Seção Transversal		mm ²
2.3	Massa		Kg/km
2.4	Coeficiente de dilatação linear		°C ⁻¹
2.5	Massa específica		g/m ³
2.6	Resistência mecânica:		
2.6.1	- Valor mínimo		Mpa
2.6.2	- A 1% de alongamento		Mpa

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 102/2022 - 08/08/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



2.7	Alongamento mínimo a ruptura em 250 mm		%
2.8	Outros componentes do aço		
2.8.1	- Carbono		%
2.8.2	- Manganês		%
2.8.3	- Silício		%
2.8.4	- Enxofre		%
2.8.5	- Fósforo		%
2.8.6	- Outros especificar		%
2.8.7	- TOTAL		%
2.9	Ensaio de rotina e tipo realizados pelo Fabricante – Listar		

3	CARACTERÍSTICAS DO REVESTIMENTO		
3.1	Tipo do revestimento (Zinco ou Zn-5AL-MM)		
3.2	Massa de zinco no revestimento		g/m ²
3.3	Impurezas no zinco		
3.3.1	- Chumbo		%
3.3.2	- Ferro		%
3.3.3	- Cádmio		%
3.3.4	- Alumínio		%
3.3.5	- Outros especificar		%
3.3.6	- TOTAL		%
3.4	Método utilizado para zincagem:		

4	GERAL		
4.1	Método utilizado para		
4.1.1	Têmpera:		
4.1.1	Emendas:		
4.2	Comprimento do cabo por bobina		m
4.3	Massa da bobina pronta para transporte		kg
4.4	Normas aplicáveis – Listar		
4.5	Prazo de entrega		dias



7.4 Controle de Revisões e Alterações

Tabela 7 – Histórico das Alterações

REVISÃO	RESOLUÇÃO – DATA	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
Emissão	22.8.1985			
1	RES DD 159/1993 – 9.8.1993			
2	RES DD 155/2002 – 6.6.2002			
3	RES DDI 098/2020 – 26.6.2020	APD	GMTK	ALK
4	RES DDI 102/2022 – 8.8.2022	APD	GMTK	ALK

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 102/2022 - 08/08/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP



7.5 Histórico da Revisão

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
4ª	Julho de 2022	Revisão geral do texto. Alterações do item 1; subitens 5.2., 5.8., 5.10. e 6.1.	APD / GMTK / ALK

PADRONIZAÇÃO

APRE

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 102/2022 - 08/08/2022

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Gerente da DVEN

VISTO

DPEP

Engº André Leonardo König
Gerente do DPEP