



Energia e Telecom

Uma parceria entre
ArcelorMittal e Bekaert.

belgo
arames



Qualidade que faz a diferença.

Conhecer a qualidade das coisas é saber diferenciá-las. E, assim, poder escolher o que há de melhor. Como os inúmeros produtos Belgo Arames, que levam para os mais diversos segmentos as melhores e mais inteligentes soluções em arames.

Produtos

Os aços destinados ao segmento de Eletrificação da Belgo Arames são fabricados na usina da ArcelorMittal, utilizando alta tecnologia em todo o processo de fabricação. Uma das principais características do processo é a obtenção do aço a partir de matérias-primas de elevada pureza, como minério de ferro, fundentes e carvão mineral.

Já os arames são produzidos nas unidades de Osasco-SP, Feira de Santana-BA e na sede em Contagem-MG, utilizando equipamentos de última geração, incluindo máquinas de trefilar e máquina de encordoar, além da alta capacidade de zincagem.

Serviços

A Belgo Arames dispõe de engenheiros de aplicação exclusivos para:

- **Desenvolvimento de novos produtos;**
- **Especificações dos aços para cada aplicação;**
- **Auxílio na solução de problemas.**

Tecnologia & Inovação

Bezinal® - Tecnologia Superior de Revestimento

Bezinal® é a tecnologia de revestimento da Belgo Arames com resistência à corrosão insuperável. Bezinal® é uma liga eutética de zinco + alumínio que tem propriedades notáveis de resistência à corrosão, combinando características de corrosão por passivação presentes no alumínio, juntamente com a proteção de sacrifício oferecida pelo zinco contido na liga.

Cordoalha Belgo UHS - Carga de Ruptura Superior

A Belgo Arames desenvolveu a Cordoalha Belgo UHS (Ultra High Strength), um produto que entrega cargas de rupturas superiores. Esse produto permite aos nossos clientes desenvolver projetos estruturais com melhor custo-benefício.

E, para conhecer muito mais produtos e facilitar ainda mais as consultas de pedidos, cobrança, notas fiscais e até segunda via de boletos, solicite sua senha com um vendedor e acesse o link no site: www.belgo.com.br.

Índice

1. Corrosão	05
2. O que é o revestimento Bezinal®?	07
3. Arame e cordoalha de aço com resistência mecânica na categoria UHS	10
4. Arames e cordoalhas 7 fios de aço galvanizado para cabo para-raios	12
5. Arames e cordoalhas 7 fios de aço galvanizado e Bezinal® para estais, tirantes e aterramento (contrapeso e sustentação de cabos aéreos)	14
6. Arames e cordoalhas 7/19/37 fios de aço galvanizado e Bezinal® para estais e tirantes	16
7. Arames e cordoalhas de aço galvanizado e Bezinal® para aterramento de linhas de transmissão e distribuição (contrapeso)	18
8. Cordoalha de aço Bezinal® para condutor de alumínio (ACSS)	20
9. Arames e cordoalhas de aço galvanizado e Bezinal® para alma de cabo de alumínio (ACSR)	22
10. Arames de aço galvanizado e Bezinal® para cabos OPGW	24
11. Arames e cordoalhas de aço galvanizado Bezinal® para eletrificação rural	26
12. Arames e cordoalhas de 7 fios de aço galvanizado e Bezinal® para sustentação de cabos telefônicos	28
13. Arames e cordoalhas de 3 fios de aço revestido com Bezinal® para telefonia	29
14. Arame Bezinal® para Gancho Esticador Fio FE	30
15. Arames de aço galvanizado e Bezinal® para alça pré-formada, conforme norma NBR 16051 e NBR 16052	32
16. Arame galvanizado para cabo de fibra óptica	34
17. Condições de armazenamento	35

1. Corrosão

Introdução

A corrosão é um processo natural e irreversível que afeta metais expostos a ambientes agressivos, comprometendo suas propriedades mecânicas e reduzindo sua vida útil. No setor de energia elétrica e telecomunicações, os arames e cordoalhas de aço desempenham um papel essencial na condução e sustentação de estruturas elétricas e de comunicação. No entanto, esses materiais estão constantemente sujeitos a fatores ambientais, como umidade, salinidade, poluentes atmosféricos e variações térmicas, que aceleram o processo corrosivo.

A proteção contra a corrosão é, portanto, um fator crítico na especificação e no uso de arames e cordoalhas de aço, pois influencia diretamente a confiabilidade das redes elétricas e de telecomunicações. A seleção adequada de revestimentos protetivos, como galvanização a quente, ligas especiais e proteção sacrificial, é fundamental para mitigar os efeitos da corrosão e garantir a longevidade das infraestruturas.

Este documento tem como objetivo apresentar os principais mecanismos de corrosão, suas consequências e as melhores práticas para a proteção dos arames e cordoalhas de aço, auxiliando os especialistas na escolha de materiais e soluções mais adequadas para cada aplicação.

O que é corrosão?

A corrosão é um processo eletroquímico ou químico que leva à deterioração dos metais devido à interação com o meio ambiente. Esse fenômeno ocorre pela formação de células galvânicas, onde há a movimentação de elétrons do ânodo para o cátodo, promovendo a perda progressiva do material metálico.

Tipos de corrosão

Corrosão uniforme

- Ocorre de maneira homogênea sobre toda a superfície do material.
- Reduz gradativamente a espessura do metal.
- Pode ser mitigada com revestimentos protetivos.

Corrosão galvânica

- Surge quando dois metais diferentes estão eletricamente conectados em um meio condutor.
- O metal menos nobre atua como ânodo e se desgasta mais rapidamente.
- Evitada pelo uso de metais compatíveis ou barreiras isolantes.

Corrosão por pites (Pitting)

- Caracteriza-se por pequenos pontos de corrosão localizada.

- Difícil de detectar e altamente destrutiva.
- Comum em atmosferas marinhas e ambientes altamente cloretados.

Corrosão sob tensão

- Ocorre devido à combinação de tensão mecânica e meio corrosivo.
- Pode resultar em falhas abruptas e imprevisíveis.
- Pode ser evitada pela seleção adequada de materiais e alívio de tensões.

Corrosão atmosférica

- Influenciada por fatores como umidade, poluição e salinidade.
- Prevalente em regiões litorâneas e industriais.
- Mitigada pelo uso de revestimentos protetores e ligas resistentes.

Consequências da corrosão em arames e cordoalhas

- **Redução da vida útil:** perda gradual da seção transversal do metal, comprometendo a resistência mecânica.
- **Falhas estruturais:** ruptura prematura de cabos devido à fragilização.
- **Aumento de custos de manutenção:** intervenções frequentes para reposição de componentes.
- **Interrupções no fornecimento de energia e comunicação:** danos em cabos condutores e de telecomunicação comprometem a operação dos sistemas.

Estratégias de prevenção da corrosão

Proteção galvânica (sacrificial): o revestimento metálico tem um potencial eletroquímico mais negativo do que o material protegido, corroendo-se no lugar do metal base.

- Exemplo: galvanização a quente, Bezinal® (Zn-Al), zincagem eletrolítica, anodos de sacrifício (Zn, Al, Mg).

Proteção por barreira: criação de uma camada física que isola o metal do ambiente corrosivo.

- Exemplo: Aluclad (revestimento de alumínio), pinturas, vernizes, esmaltes, revestimentos poliméricos, revestimentos cerâmicos.

Proteção por inibição: uso de substâncias químicas que reduzem a taxa de corrosão.

- Exemplo: inibidores de corrosão em soluções aquosas, aditivos em óleos e tintas, tratamentos químicos de passivação.

Proteção catódica: aplicação de corrente elétrica para forçar o metal a se tornar o cátodo de uma célula eletroquímica, prevenindo sua corrosão.

- Exemplo: proteção catódica por corrente impressa, usada em tubulações enterradas e cascos de navios.

Proteção anódica: aplicação de uma corrente elétrica para formar uma camada passiva protetora no material.

- Exemplo: anodização do alumínio.

Proteção por materiais resistentes à corrosão: uso de ligas metálicas ou materiais naturalmente resistentes à corrosão.

- Exemplo: aços inoxidáveis, ligas de níquel, titânio, plásticos e compósitos.

Monitoramento e manutenção

- Inspeção periódica das instalações para identificação de pontos críticos.
- Aplicação de inibidores de corrosão e reforço de proteções em regiões críticas.

Taxa de corrosão

A taxa de corrosão é definida como a perda de espessura do material ao longo do tempo e pode ser expressa por:

$$\text{Taxa de corrosão} = \frac{k * \text{Perda de massa}}{\text{Desindade} * \text{Área} * \text{Tempo}}$$

Onde k é um fator de conversão dependente das unidades utilizadas.

Normas relacionadas

- **ABNT NBR 6323** - Revestimentos de zinco por imersão a quente.
- **ISO 9223** - Classificação da corrosividade atmosférica.
- **ASTM B117** - Método de ensaio padrão para exposição à névoa salina.
- **IEEE Std. 80** - Guia para aterramento de subestações elétricas.

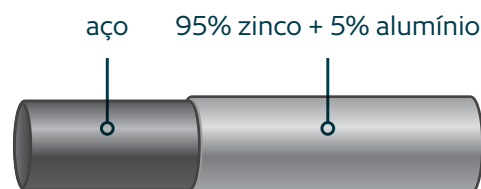
2. O que é o revestimento Bezinal®?

Desempenho superior contra a corrosão

O revestimento metálico Bezinal® é uma tecnologia avançada de proteção contra corrosão, composta por uma liga eutética de 95% zinco e 5% alumínio, com pequenas adições de elementos de terras raras (cério e lantânio). Esse revestimento foi desenvolvido para proporcionar uma resistência à corrosão significativamente superior à galvanização convencional, garantindo maior durabilidade e menor necessidade de manutenção em aplicações diversas.

O termo eutético significa o ponto único de composição e temperatura de uma liga que possui uma característica diferente de outras composições. Quando essa liga é resfriada, a composição do sólido formado é a mesma do líquido, não havendo separação de componentes.

Isso não ocorre para outras composições diferentes da eutética. A principal vantagem dessa liga Zn-Al é justamente a sua resistência à corrosão: a microestrutura da mistura eutética apresenta baixa reatividade, pois suas características dificultam o transporte de substâncias que acentuam a corrosão eletrolítica.



Principais características e benefícios

Se você precisa de um produto com melhor performance que os arames galvanizados tradicionais ou uma solução em arame que combine boas propriedades mecânicas, elevada resistência à corrosão e bom nível de preço, escolha Bezinal®.

Resistência aprimorada à corrosão

- Estudos demonstram que o Bezinal® pode atingir resistência à corrosão até três vezes mais¹ em comparação com o aço galvanizado tradicional, especialmente em ambientes agressivos como marítimos e industriais.

Sua microestrutura lamelar reduz a progressão da corrosão, proporcionando maior integridade ao longo do tempo.



Bezinal® depois de 8 anos



Arame galvanizado depois de 8 anos

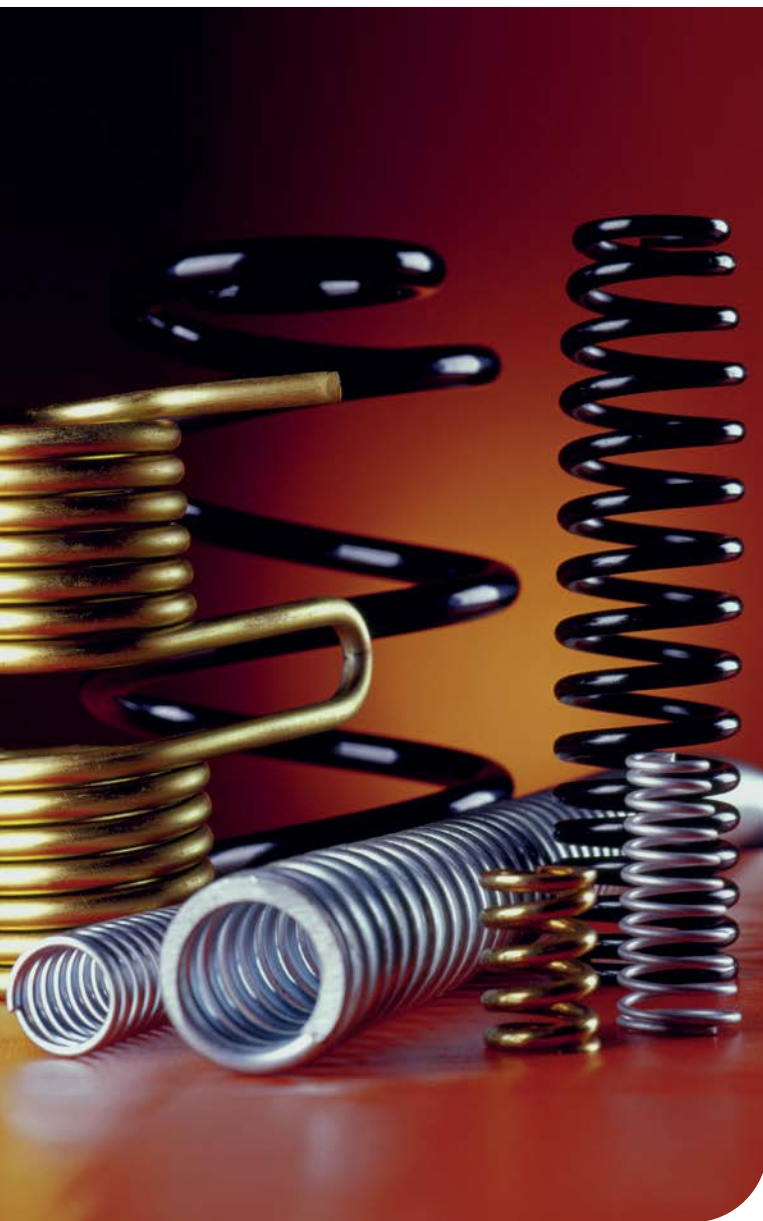
¹ Câmara de névoa salina ou *salt spray*

Proteção combinada

- O zinco presente no Bezinal® oferece proteção catódica, impedindo a corrosão do substrato de aço ao sacrificar-se primeiro.
- O alumínio forma uma barreira passiva, reduzindo a taxa de corrosão e aumentando a longevidade do revestimento.

Excelente capacidade de conformação

- A camada intermetálica entre o revestimento e o substrato é extremamente fina (cerca de $1\mu\text{m}$), permitindo maior maleabilidade e reduzindo o risco de trincas durante processos de conformação e estampagem.



Aderência e compatibilidade com pintura

- A estrutura superficial do Bezinal® garante uma excelente adesão a tintas e revestimentos, tornando-o ideal para aplicações que exigem pintura ou camadas protetivas adicionais.

Desempenho em altas temperaturas

- Mantém suas propriedades protetoras e estruturais mesmo quando exposto a temperaturas elevadas, tornando-o adequado para aplicações industriais exigentes.

Versatilidade de aplicação

- Utilizado amplamente nos setores de construção civil, automotivo, agrícola e de infraestrutura elétrica, o Bezinal® é indicado para componentes estruturais, telhas metálicas, cercamentos e cabos condutores.

Maior eficiência no custo-benefício

- Para a mesma vida útil do aço galvanizado, pode-se aplicar um revestimento Bezinal® com menor espessura, reduzindo custos sem comprometer a durabilidade.

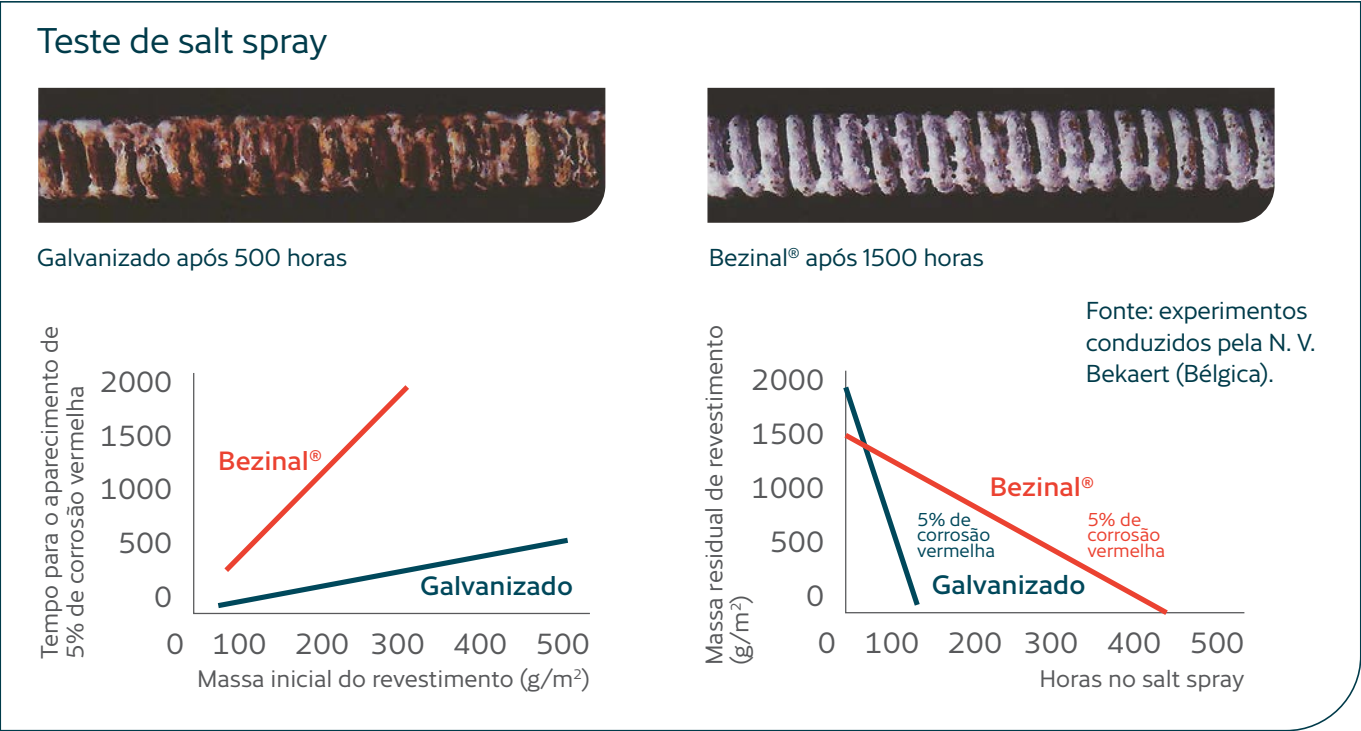
Ensaaios e comparativos

Estudos comparativos demonstram que o Bezinal® supera os revestimentos tradicionais de zinco em diversos aspectos:

Testes de névoa salina

- Em ensaios de névoa salina, o Bezinal® apresentou uma taxa de corrosão significativamente menor em comparação com revestimentos de zinco puro, indicando uma proteção mais eficaz em ambientes agressivos.
- A superfície Bezinal® é composta por camadas alternadas, ricas em zinco e alumínio.
- Com a dissolução de camadas ricas em zinco, forma-se uma densa camada de produtos de corrosão ricos em alumínio. Esse processo, conhecido como passivação pelos óxidos de alumínio, propicia uma desaceleração da taxa de corrosão eletrolítica.

- Nos arames galvanizados a quente, temos uma liga bimetálica (FeZn) na interface entre o aço e o zinco. Na camada Bezinal®, a interface é formada por uma liga trimetálica (FeZnAl), que, além de ser mais dúctil, possui performance contra corrosão significativamente melhor que a liga bimetálica.



Peso da camada e resistência ao ensaio de salt spray

Diâmetro	Camada ZnAl (g/m²)	Salt spray (h)
< 1,20	> 40	≥ 120
≥ 1,20	> 60	≥ 240

Testes de aderência

- Os ensaios de aderência mostraram que o Bezinal® mantém uma ligação robusta com o substrato de aço, mesmo após ciclos de deformação mecânica, evidenciando sua resistência a falhas de revestimento.

Diâmetros disponíveis

- 0.90 mm a 4.00 mm conforme EM 10270/1 – Classe SM e SH.

Comprovado por mais de 25 anos de aplicações industriais, o revestimento Bezinal® representa uma evolução na proteção anticorrosiva do aço, sendo uma escolha estratégica para projetos que demandam alto desempenho e longevidade.

3. Arame e cordoalha de aço com resistência mecânica na categoria UHS

Os arames e cordoalhas de aço de Ultra Alta Resistência (UAR), ou do inglês *Ultra High Strength* (UHS), são utilizados no setor de energia elétrica, especialmente (mas não se limitando) em linhas de transmissão (LT).

Sua aplicação está diretamente relacionada à necessidade de componentes com elevada resistência mecânica, baixa fluência e alta durabilidade para garantir a segurança e confiabilidade das estruturas de transmissão de energia.

Características dos arames e cordoalhas UHS

Os arames e cordoalhas classificados como UHS possuem propriedades mecânicas superiores em comparação com as categorias convencionais, garantindo maior resistência à tração e menor alongamento sob carga. Suas principais características incluem:

- **Alta resistência mecânica:** tensão de ruptura superior a 1770 MPa, podendo atingir valores acima de 2000 MPa dependendo da especificação.
- **Tratamentos superficiais específicos:** revestimentos como galvanização à quente (classe A ou B) ou Bezinal® para aumentar a resistência à corrosão.
- **Maior durabilidade:** vida útil estendida devido à resistência a ambientes agressivos e cargas dinâmicas.

Exemplos de cargas mínimas de ruptura das cordoalhas 19 e 37 fios para estais

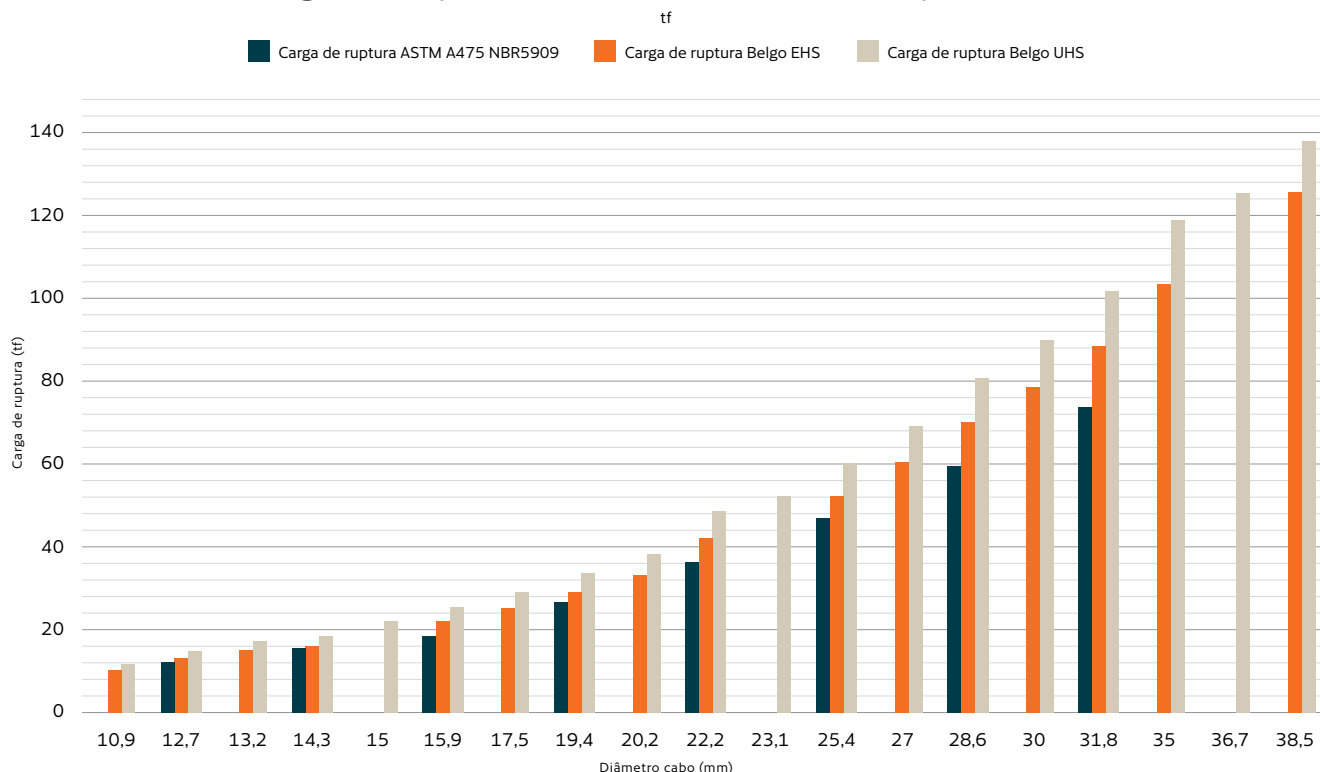


Aplicabilidade e benefícios

Os arames e cordoalhas UHS são empregados principalmente em:

- **Cabos para linhas de transmissão:** utilizados como núcleo resistente em cabos condutores, como ACSR (*Aluminum Conductor Steel Reinforced*) e ACSS (*Aluminum Conductor Steel Supported*).
- **Cordoalhas para cabos para-raios (OPGW):** garantem resistência mecânica e durabilidade em condições climáticas adversas.
- **Estaiamento de torres para linhas de transmissão:** aplicados em sistemas de ancoragem de torres, postes, *cross rope* e estruturas em geral.

Cargas de ruptura - Cordoalhas 19 e 37 fios para estais



Os principais benefícios da utilização dos arames e cordoalhas UHS incluem:

- **Maior espaçamento entre torres:** permite realização de ancoragem de torres mais altas, possibilitando o aumento do espaçamento entre torres e redução do número de torres na LT.
- **Maior capacidade de carga:** aumento da resistência mecânica permite a transmissão de mais energia, sem comprometer a integridade da estrutura.

Normas e especificações aplicáveis

A especificação e uso de arames e cordoalhas de aço UHS devem seguir normas técnicas nacionais e internacionais, como:

- **ASTM A475** – Especificação padrão para arames e cordoalhas galvanizadas para aplicação em energia.
- **ASTM B498** – Especificação para arames de aço galvanizado utilizados em cabos condutores.

- **ASTM A855** - Especificação padrão para fio de aço revestido com liga de alumínio 5% e zinco 95%.
- **ABNT NBR5909** - Cordoalhas de fios de aço zincados para estais, tirantes, cabos mensageiros e usos similares.
- **ABNT16730** - Cordoalha de fios de aço zincados para eletrificação - Requisitos.

Conclusão

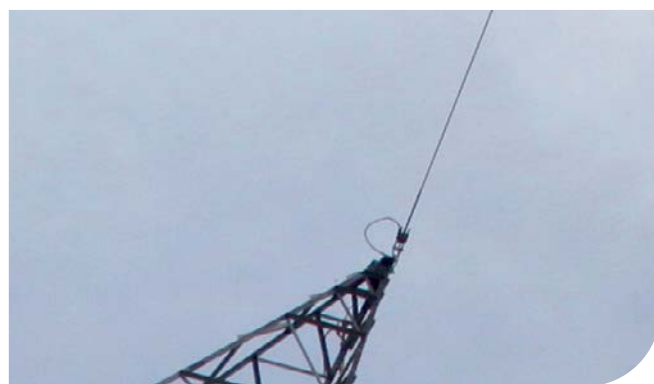
O uso de arames e cordoalhas de aço na categoria UHS representa uma solução eficiente para o setor de energia elétrica, garantindo alta resistência mecânica, durabilidade e segurança nas operações de transmissão de energia. A seleção adequada desses materiais, alinhada às normas técnicas vigentes, é fundamental para otimizar o desempenho das linhas de transmissão e reduzir custos operacionais e de manutenção. Profissionais envolvidos em projetos, construção, operação e manutenção devem considerar as especificações e aplicações apresentadas neste informe para a melhor escolha dos materiais.

4. Arames e cordoalhas 7 fios de aço galvanizado e Bezinal® para cabo para-raios



7 fios

Cordoalhas de 7 fios, zincagem dupla, classe de zincagem A, B e Bezinal®, resistências HS ou AR (alta resistência) e EHS ou EAR (extra-alta resistência), em conformidade com as normas ABNT NBR 16730, ASTM A363 e A925.



Características

- Cabos aéreos posicionados sobre os cabos condutores.
- Modo econômico de proteção de uma linha de transmissão contra danos causados por descargas atmosféricas.
- Encordoamento anti-horário (torção à esquerda).
- Passo: máximo de 16 vezes o diâmetro nominal da cordoalha.
- Cordoalhas pré-formadas.
- Cordoalhas sem solda (emendas). Eventuais soldas somente podem ser efetuadas nos fios componentes antes do antepenúltimo passe da trefilação, por meio de solda elétrica de topo.

Módulo de elasticidade e coeficiente de expansão linear (valores orientativos para fins de cálculo)

- Módulo de elasticidade (young) médio das cordoalhas = 18.500 kgf/mm², com tolerância de $\pm 10\%$.
- Coeficiente de expansão linear = $11,5 \times 10^{-6}$ (°C⁻¹).

Aplicação

Utilizadas em linhas de alta e baixa tensão para absorver descargas elétricas.

Características elétricas (valores a 20 °C)									
	Diâmetro nominal da cordoalha mm (pol)	Resistência elétrica aproximada CC ohm/km	Resistência elétrica aproximada CA ohm/km			Reatância indutiva a um espaçamento de 30,48 cm ohm/km			Reatância capacitiva própria a 30,48 cm, Xa mohm x km
			5A	10A	20A	5A	10A	20A	
HS classe A	7,94 (5/16)	4,76	4,79	4,79	4,86	0,636	0,650	0,673	0,2069
	9,52 (3/8)	3,44	3,44	3,44	3,51	0,653	0,666	0,689	0,1983
	11,11 (7/16)	2,46	2,46	2,49	2,53	0,669	0,682	0,709	0,1909
	12,70 (1/2)	1,97	2,03	2,03	2,10	0,692	0,722	0,738	0,1845
HS classe B	7,94 (5/16)	4,40	4,40	4,40	4,46	0,541	0,561	0,571	0,2069
	9,52 (3/8)	3,18	3,18	3,18	3,25	0,544	0,574	0,584	0,1983
	11,11 (7/16)	2,26	2,26	2,30	2,33	0,571	0,591	0,604	0,1909
	12,70 (1/2)	1,80	1,87	1,87	1,94	0,591	0,614	0,627	0,1845
EHS classe A	7,94 (5/16)	5,25	5,28	5,28	5,34	0,574	0,594	0,607	0,2069
	9,52 (3/8)	3,81	3,81	3,81	3,87	0,587	0,610	0,620	0,1983
	11,11 (7/16)	2,72	2,72	2,76	2,79	0,604	0,627	0,640	0,1909
	12,70 (1/2)	2,17	2,20	2,23	2,33	0,623	0,650	0,666	0,1845
EHS classe B	7,94 (5/16)	4,82	4,86	4,86	4,92	0,489	0,505	0,515	0,2069
	9,52 (3/8)	3,51	3,51	3,51	3,58	0,499	0,518	0,528	0,1983
	11,11 (7/16)	2,53	2,53	2,56	2,59	0,512	0,535	0,545	0,1909
	12,70 (1/2)	2,00	2,03	2,07	2,13	0,531	0,554	0,568	0,1845

Obs.: valores orientativos para fim de cálculo.

Acondicionamento e marcação

- Carretéis de madeira que podem ser recobertos por ripas de fechamento (sarrafos de madeira).
- Pelo menos 95% dos carretéis contêm comprimentos contínuos conforme tabela abaixo. Até o máximo de 5% do total do fornecimento poderá ocorrer com lances menores, porém não inferiores a 450 metros.
- Carretel com lance único. Etiqueta contendo a identificação do tipo de produto, comprimento do lance e pesos líquido e bruto. Rastreabilidade facilitada por código de barras.

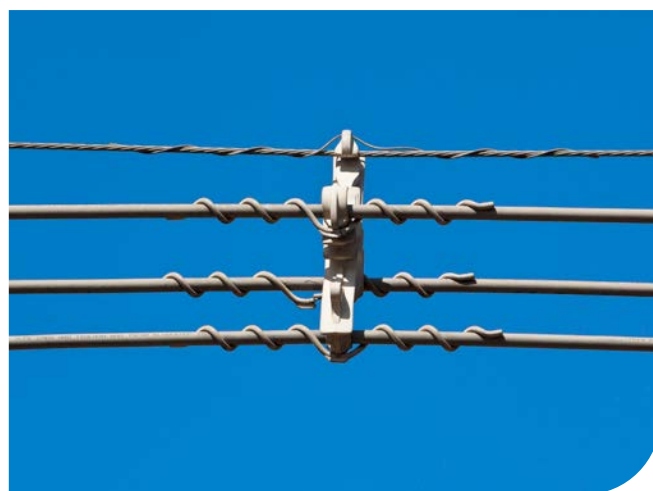
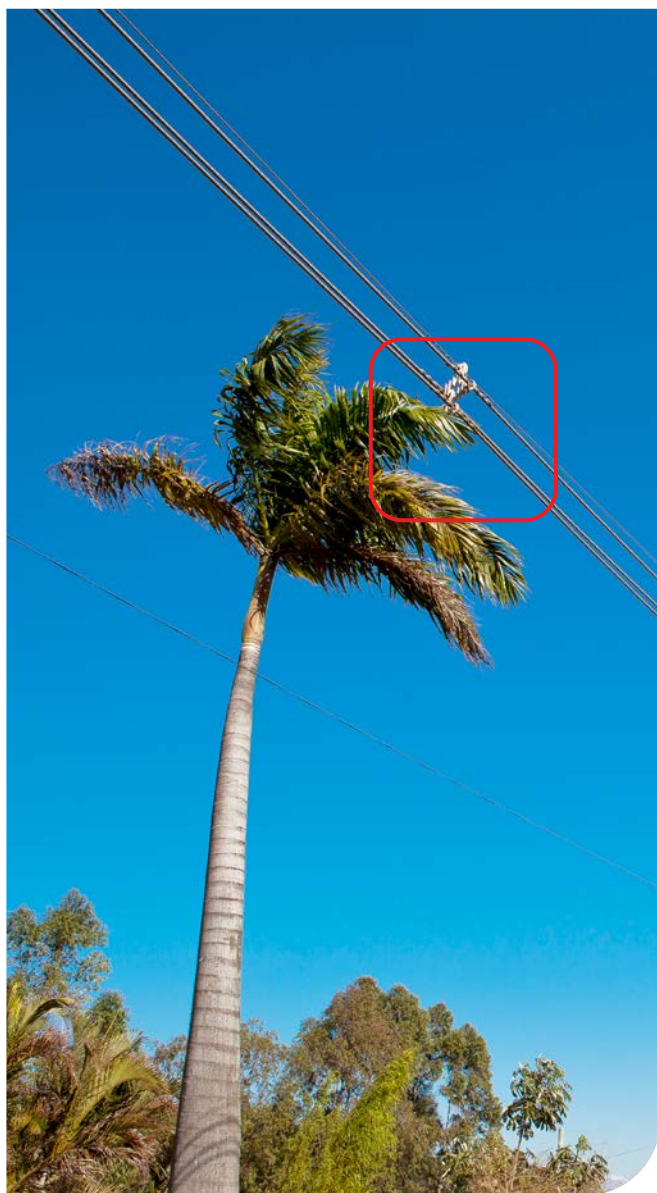
Características básicas												
Diâmetro nominal do fio mm		Tolerância mm	Peso mínimo da camada de zinco (NBR 16730) g/m²		Peso mínimo da camada Bezinal® (ASTM A925) g/m²	Diâmetro nominal da cordoalha mm (pol)	Seção nominal da cordoalha mm²	Peso nominal da cordoalha kg/km	Carga mínima de ruptura da cordoalha kN kgf		Lance m	Lance opcional m
			A	B	A				HS	EHS		
2,64		± 0,10	245	490	244	7,94 (5/16)	38,32	305	35,6 (3.630)	49,8 (5.080)	2.950	7.000
3,05		± 0,10	260	520	259	9,52 (3/8)	51,14	407	48,0 (4.900)	68,4 (6.990)	2.200	5.000
3,68		± 0,13	275	550	275	11,11 (7/16)	74,45	594	64,5 (6.580)	92,5 (9.440)	1.500	3.500
4,19		± 0,13	275	550	275	12,70 (1/2)	96,52	768	83,6 (8.530)	119,6 (12.210)	1.100	2.500
Alongamento mínimo em 610 mm (%)		Preece			Nota: Acondicionamento e lance: condições especiais de acondicionamento e de comprimento de lances podem ser acordadas.							
		Ømm	A	B								
HS 5	EHS 4	2,64	2,5	4,0								
		3,05	3,0	5,0								
		3,68 4,19	3,5	6,0								

5. Arames e cordoalhas 7 fios de aço galvanizado e Bezinal® para sustentação de cabos aéreos



7 fios

Cordoalhas de 7 fios zincagem dupla, classes A, B e Bezinal® em conformidade com as normas NBR 16730, ASTM A475 e ASTM A855.



Aplicação

Arames e cordoalhas empregados na sustentação de cabos condutores elétricos, também conhecidos como “cabos messageiros”.

Características

- Encordoamento anti-horário (torção à esquerda), a menos que haja especificação contrária.
- Passo: máximo de 16 vezes o diâmetro nominal da cordoalha.
- Emendas: as cordoalhas não possuem emendas, a não ser que haja entendimento em contrário.

Eventuais soldas nos fios componentes podem ser feitas por solda elétrica de topo. Nesse caso, são espaçadas em pelo menos 50 m na cordoalha.

- Resistência mecânica e durabilidade, entre outros fatores, caracterizam essas cordoalhas.
- Resistências:

- Tipo MR ou SM: média resistência
- Tipo AR ou HS: alta resistência
- Tipo EAR ou EHS: extra-alta resistência

Acondicionamento e marcação

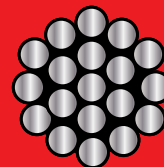
- Carretéis de madeira que podem ser recobertos por ripas de fechamento (sarrafos de madeira).
- Pelo menos 95% dos carretéis contêm comprimentos contínuos conforme tabela abaixo. Até o máximo de 5% do total do fornecimento poderá ocorrer com lances menores, porém não inferiores a 150 metros.
- Carretel com lance único. Etiqueta contendo a identificação do tipo do produto, comprimento do lance e pesos líquido e bruto. Rastreabilidade facilitada por códigos de barras.

Características básicas - arames e cordoalhas 7 fios													
Diâmetro nominal da cordoalha mm (pol)	Diâmetro nominal do fio mm	Tolerância do Fio mm	Peso mínimo da camada de zinco NBR 16730 g/m²		Peso mínimo da camada Bezinal® ASTM A855 g/m²	Seção nominal da cordoalha mm²	Peso nominal da cordoalha kg/km	Carga mínima de ruptura da cordoalha kN kgf				Lance m	Lance Opcional m
			A	B	A			SM	HS	EHS	UHS		
4,76 (3/16)	1,57	± 0,08	155	310	153	13,55	108	8.45 (860)	12.67 (1.300)	17.74 (1.810)	-	3.000	5.300
6,35 (1/4)	2,03	± 0,08	185	370	183	22,66	180	14.01 (1.430)	21.12 (2.160)	29.58 (3.020)	-	3.000	7.000
7,94 (5/16)	2,64	± 0,10	245	490	244	38,32	305	23.79 (2.430)	35.58 (3.630)	49.82 (5.080)	63,70 (6.500)	2.950	7.000
9,52 (3/8)	3,05	± 0,10	260	520	259	51,14	407	30.91 (3.160)	48.04 (4.900)	68.50 (6.990)	85,16 (8.690)	2.200	5.000
11,11 (7/16)	3,68	± 0,13	275	550	275	74,45	594	41.59 (4.250)	64.49 (6.580)	92.52 (9.440)	119,65 (12.210)	1.500	3.500
12,70 (1/2)	4,19	± 0,13	275	550	275	96,52	768	53.82 (5.500)	83.62 (8.530)	119.65 (12.210)	155,67 (15.890)	1.100	2.500
14,30 (9/16)	4,78	± 0,13	305	610	305	125,62	997	69.84 (7.130)	108.98 (11.120)	155.67 (15.890)	209,23 (21.350)	1.700	-
Alongamento mínimo em 610 mm (%)		Preece				Nota: • Outros diâmetros e cordoalhas com formação de 3 e 7 fios podem também ser fabricados mediante acordo. • Havendo orientação em contrário, deverão ser estabelecidos outros entendimentos a respeito.							
		Ø mm	Número imersões										
			A	B									
SM	HS	EHS	1,57	2,0	3,5								
8,0	5,0	4,0	2,03	2,0	3,5								
		2,64	2,5	4,0									
		3,05	3,0	5,0									
		3,68	3,5	6,0									
		4,19	3,5	6,0									
		4,78	3,5	6,0									

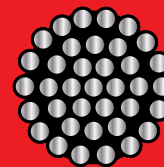
6. Arames e cordoalhas 7/19/37 fios de aço galvanizado e Bezinal® para estais e tirantes



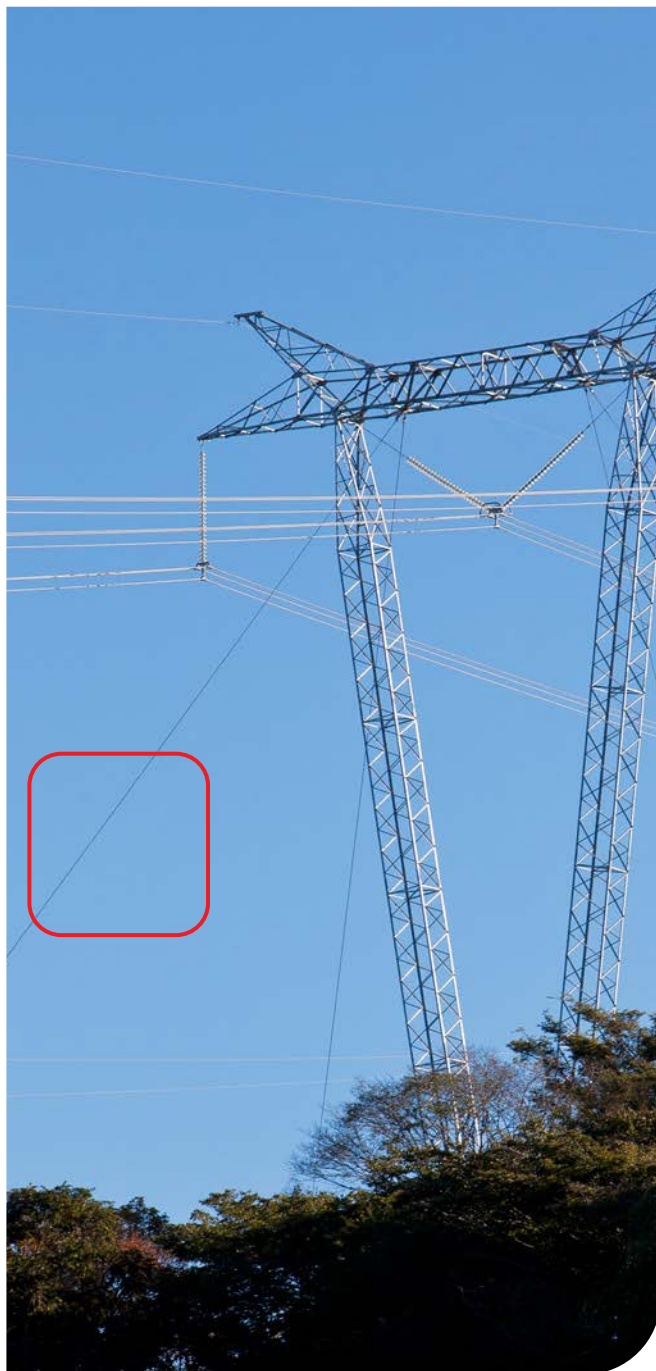
7 fios



19 fios
1+6/12



37 fios
1+6/12/18



Aplicação

Utilizadas no estaiamento de torres de transmissão, postes, chaminés e outras estruturas verticais. As cordoalhas zincadas para estais e tirantes podem ser fabricadas com 7, 19 ou 37 fios, em conformidade com o projeto de cada obra, sempre com base nas normas NBR 16730 e ASTM A 475 e ASTM A855.

- Cabo mensageiro
- Tirantes
- Fins estruturais

Características

- Cordoalha pré-formada.
- Zincagem dupla.
- Classe de camada de zinco: A e B e Bezinal®.
- Tipo AR ou HS: alta resistência.
- Tipo Belgo EAR ou Belgo EHS: extra-alta resistência.
- Tipo Belgo UAR ou Belgo UHS: ultra-alta resistência.
- Tipo SM: Siemens-Martin.

Acondicionamento

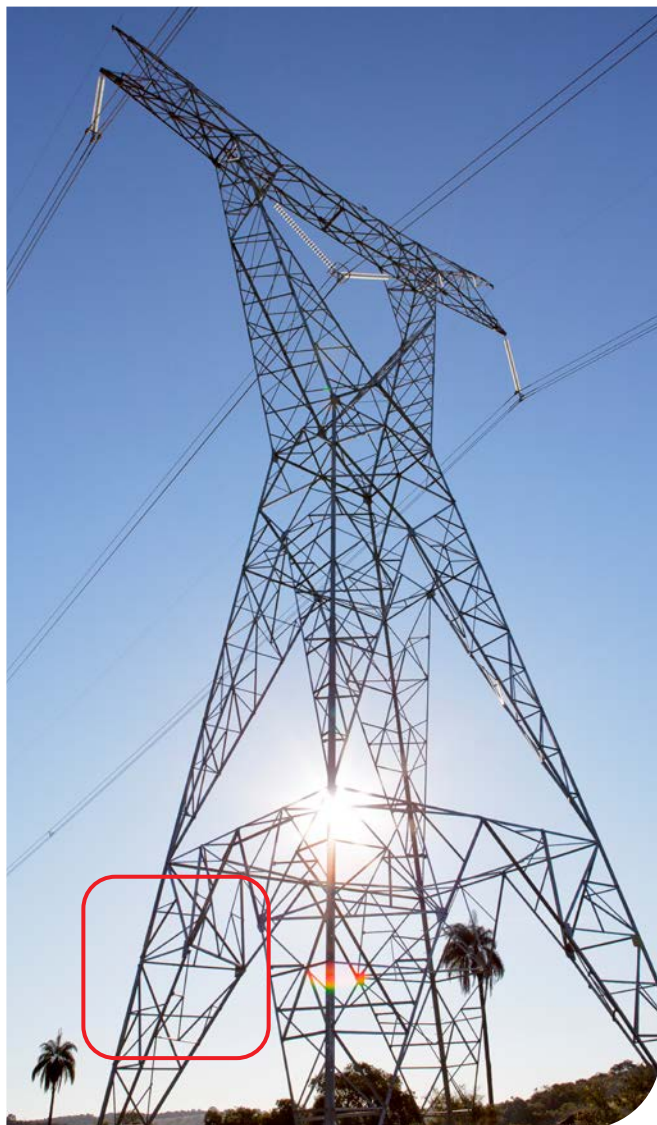
Bobina de madeira.

Características básicas - arames e cordoalhas 7 fios														
Diâmetro nominal da cordoalha mm (pol)	Diâmetro nominal do fio mm	Tolerância do fio mm	Peso mínimo da camada de zinco NBR 16730 g/m²		Peso mínimo da camada Bezinal® ASTM A855 g/m²	Seção nominal da cordoalha mm²	Peso nominal da cordoalha kg/km	Carga mínima de ruptura da cordoalha kN kgf				Lance m	Lance opcional m	
			A	B	A			SM	HS	EHS	UHS			
4,76 (3/16)	1,57	± 0,08	155	310	153	13,55	108	8.45 (860)	12.67 (1.300)	17.74 (1.810)	-	3.000	5.300	
6,35 (1/4)	2,03	± 0,08	185	370	183	22,66	180	14,01 (1.430)	21,12 (2.160)	29.58 (3.020)	-	3.000	7.000	
7,94 (5/16)	2,64	± 0,10	245	490	244	38,32	305	23.79 (2.430)	35.58 (3.630)	49.82 (5.080)	63,70 (6.500)	2.950	7.000	
9,52 (3/8)	3,05	± 0,10	260	520	259	51,14	407	30.91 (3.160)	48.04 (4.900)	68.50 (6.990)	85,16 (8.690)	2.200	5.000	
11,11 (7/16)	3,68	± 0,13	275	550	275	74,45	594	41.59 (4.250)	64.49 (6.580)	92.52 (9.440)	119,65 (12.210)	1.500	3.500	
12,70 (1/2)	4,19	± 0,13	275	550	275	96,52	768	53.82 (5.500)	83.62 (8.530)	119.65 (12.210)	155,67 (15.890)	1.100	2.500	
14,30 (9/16)	4,78	± 0,13	305	610	305	125,62	997	69.84 (7.130)	108.98 (11.120)	155.67 (15.890)	209,23 (21.350)	1.700	-	
Alongamento mínimo em 610 mm (%)		Preece			Nota: • Outros diâmetros e cordoalhas com formação de 3 e 7 fios podem também ser fabricados mediante acordo. • Havendo orientação em contrário, deverão ser estabelecidos outros entendimentos a respeito.									
		Ø mm	Número imersões											
SM	HS		EHS	1,57										2,0
8,0	5,0	4,0	2,03	2,0										3,5
			2,64	2,5										4,0
			3,05	3,0										5,0
			3,68	3,5										6,0
			4,19	3,5	6,0									
			4,78	3,5	6,0									

Cordoalhas zincadas de 19 e 37 fios													
Diâmetro da cordoalha mm pol	Seção nominal da cordoalha* mm ²	Diâmetro do fio mm	Tolerância do fio mm	Peso mínimo da camada de Zn NBR 16730 g/m ²		Peso mínimo da camada Bezinal® ASTM A855 g/m ²		Construção	Massa aproximada kg/m	Carga de ruptura ASTM A475 NBR 5909 tf	Carga de ruptura Belgo EHS tf	Carga de ruptura Belgo UHS tf	Metragem dos lances m
				A	B	1	A						
10,9 (55/128")	70,92	2,18	± 0,08	215	430	92	214	1x19	0,56	-	10,0	11,5	4500
12,7 (1/2")	96,27	2,54	± 0,10	215	430	92	214	1x19	0,76	12,1	13,0	15,0	3300
13,2 (67/128")	104,00	2,64	± 0,10	245	490	92	244	1x19	0,82	-	15,0	17,3	3100
14,3 (9/16")	122,92	2,87	± 0,10	245	490	92	244	1x19	0,97	15,3	16,0	18,4	2650
15,0 (19/32")	134,30	3,00	± 0,13	245	490	92	244	1x19	1,06	-	-	22,0	2400
15,9 (5/8")	149,96	3,17	± 0,13	260	520	92	259	1x19	1,22	18,2	22,0	25,3	2100
17,5 (11/16")	182,80	3,50	± 0,10	275	550	122	275	1x19	1,45	-	25,0	28,8	1700
19,4 (3/4")	222,97	2,77	± 0,10	245	490	92	244	1x37	1,76	26,5	29,0	33,4	1850
20,2 (13/16")	239,36	2,87	± 0,13	245	490	92	244	1x37	1,98	-	33,0	38,0	1650
22,2 (7/8")	292,02	3,17	± 0,13	260	520	92	259	1x37	2,4	36,1	42,0	48,3	1350
23,1 (15/16")	316,46	3,30	± 0,13	260	520	92	259	1x37	2,53	-	-	52,0	1300
25,4 (1")	382,92	3,63	± 0,13	275	550	122	275	1x37	3,12	46,6	52,0	59,8	1050
27 (11/16")	442,00	3,90	± 0,13	275	550	122	275	1x37	3,52	-	60,0	69,0	900
28,6 (1.1/8")	486,11	4,09	± 0,13	275	550	122	275	1x37	3,96	59,3	70,0	80,5	900
30 (1.3/16")	537,31	4,30	± 0,13	275	550	122	275	1x37	4,28	-	78,0	89,7	750
31,8 (1.1/4")	601,61	4,55	± 0,13	275	550	122	275	1x37	4,81	73,6	88,0	101,2	850
35 (1.3/8")	726,49	5,00	± 0,13	305	-	-	-	1x37	5,79	-	103,0	118,5	700
36,7 (1.7/16")	800,96	5,00	± 0,13	305	610	-	-	1x37	6,4	-	-	125,0	650
38,5 (1.1/2")	879,06	5,5	± 0,13	305	-	-	-	1x37	6,99	-	125,0	137,5	600

*Valores calculados a partir do diâmetro nominal da cordoalha.

7. Arames e cordoalhas de aço galvanizado e Bezinal® para aterramento de linhas de transmissão e distribuição (contrapeso)



Aplicação geral

Feitos sob medida para quem quer proteger sua linha de distribuição e de transmissão contra descargas elétricas, os fios e as cordoalhas de aço galvanizado para aterramento de linhas de distribuição e de transmissão garantem a segurança e estabilidade de todo o sistema elétrico com uma vantagem extra: a durabilidade.



Fio galvanizado

Os fios utilizados para aterramento são de aço de baixo teor de carbono. Aços nessa faixa têm, naturalmente, menor propensão à corrosão e apresentam uma melhor condutibilidade elétrica.

Características

Fios

- São utilizadas as normas ASTM A411, ASTM A111 e ASTM A856.
- Zincagem dupla.
- Classe de camada de zinco A, B e Bezinal®.

Cordoalhas

- São utilizadas as normas NBR 16730, ASTM A475 e ASTM A855 para as cordoalhas.
- Zincagem dupla.
- Classe de camada de zinco A, B e Bezinal®.

Acondicionamento

Fios

- Fornecidos normalmente em rolos com pesos situados nas faixas de 50 e 100 kg, embalados com polipropileno.
- Identificação por etiqueta com nome do produto, diâmetro, classe de zincagem, peso, etc.

Cordoalhas

- Normalmente em carretéis de madeira que podem ser recobertos por ripas de fechamento (sarrafos de madeira).
- Os carretéis são identificados por etiqueta contendo o tipo de produto, o comprimento do lance e pesos líquido e bruto. Rastreabilidade facilitada pelo código de barras.

Características básicas - arames e cordoalhas 7 fios											
Diâmetro nominal da cordoalha mm pol	Diâmetro nominal do fio mm	Tolerância do fio mm	Peso mínimo da camada de zinco NBR 16730 g/m²		Peso mínimo da camada Bezinal® ASTM A855 g/m²		Seção nominal da cordoalha mm²	Peso nominal da cordoalha kg/km	Carga mínima de ruptura da cordoalha kN kgf	Lance (faixas nominais por carretel com tolerância de ± 5%) m	Lance Opcional m
			A	B	1	A					
4,76 (3/16)	1,57	± 0,08	155	310	46	153	13,55	108	8.45 (860)	3.000	5.300
6,35 (1/4)	2,03	± 0,08	185	370	92	183	22,66	180	14.01 (1.430)	3.000	7.000
7,94 (5/16)	2,64	± 0,10	245	490	92	244	38,32	305	23.79 (2.430)	2.950	7.000
9,52 (3/8)	3,05	± 0,10	260	520	92	259	51,14	407	30.91 (3.160)	2.200	5.000
11,11 (7/16)	3,68	± 0,13	275	550	122	275	74,45	594	41.59 (4.250)	1.500	3.500
12,70 (1/2)	4,19	± 0,13	275	550	122	275	96,52	768	53.82 (5.500)	1.100	2.500

Características básicas dos fios									
Diâmetro nominal do fio galvanizado mm	Tolerância do fio mm	N.º BWG	Seção nominal mm²	Peso nominal kg/km	Carga mínima de ruptura N	Peso mínimo da camada de zinco NBR 16730 g/m²		Peso mínimo da camada Bezinal® ASTM A856 g/m²	
						A	B	1	A
2,11	± 0,08	14	3,50	27	1.220	215	425	85	229
2,77	± 0,10	12	6,03	47	2.110	245	490	92	259
3,05	± 0,10	11	7,31	57	2.560			92	259
3,40	± 0,10	10	9,08	71	3.200			92	259
3,76	± 0,10	9	11,10	87	3.910			107	275
4,19	± 0,10	8	13,79	108	4.850			134	275
5,16	± 0,10	6	20,91	164	7.340			-	-
6,05	± 0,10	4	28,75	225	10.100			-	-
Nota: para se obter cargas de ruptura em kgf, basta dividir os valores em N por 9,81.									

Nota:

- Outros diâmetros e cordoalhas com formação de 3 fios podem também ser fabricados mediante consulta prévia.
- Eventuais soldas nos fios componentes podem ser feitas por solda elétrica de topo. Nesse caso, são espaçadas em pelo menos 50 m na cordoalha.

Preece		
Ø (mm)	A	B
1,57	2,0	3,5
2,03	2,0	3,5
2,64	2,5	4,0
3,05	3,0	5,0
3,68	3,5	6,0
4,19	3,5	6,0
Obs.: os valores apresentados nesta tabela são referentes aos fios.		

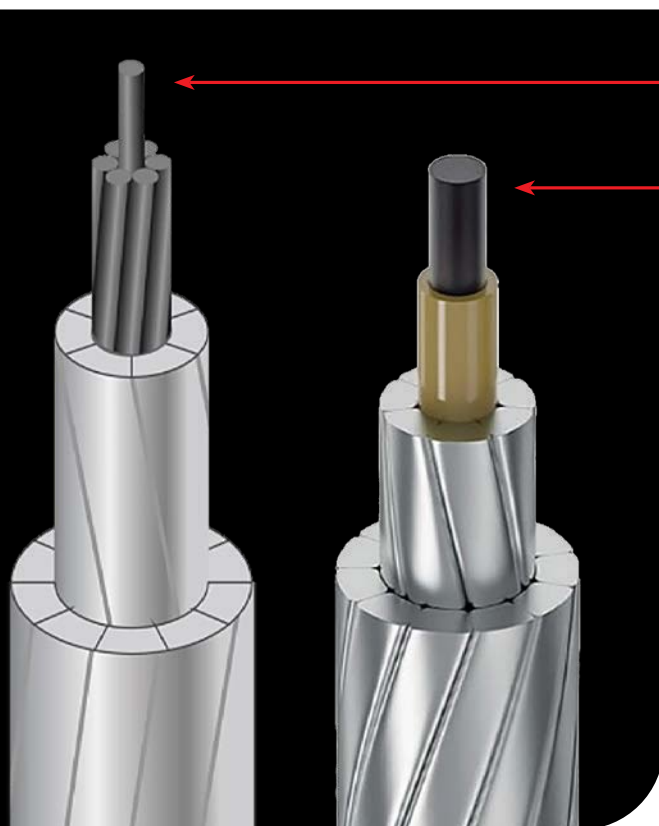
8. Cordoalha de aço Bezinal® para condutor de alumínio (ACSS)



7 fios

Cordoalha revestida com Bezinal®, de acordo com as especificações da NBR 15583 e ASTM B 500.

A cordoalha de 7 fios atende às especificações da NBR 6756 e da ASTM B 802.



Condutor de alumínio com suporte de aço/fio trapezoidal/resistência revestido com Bezinal® grau 5

Núcleo composto de condutor de alumínio

Características

- **Alta capacidade de carga**

Até 16% mais ampacidade do que o núcleo composto de diâmetro comparável.

- **Excelente confiabilidade**

O núcleo multifilamentos fornece redundância estrutural.

- **Baixa perda de linha**

Eficiência maior do que condutor de núcleo composto, com custo até 25% menor.

100% reciclável e sustentável.

- **Design Inovador**

O formato trapezoidal proporciona o máximo de alumínio.

Aumento de 91% na capacidade em ACSR de fio redondo.

- **Flexibilidade extra**

Alumínio totalmente recozido, habilitado pelo revestimento Bezinal®.

- **Confiável até o núcleo**

Núcleo de aço forte.

O revestimento Bezinal® prolonga a vida útil em mais de 3 vezes.

Maior resistência a flechas e temperaturas extremas.

Classe de resistência HS (ASTM B606 e ASTM B803) sob consulta.

Temperatura operacional de 250 °C.

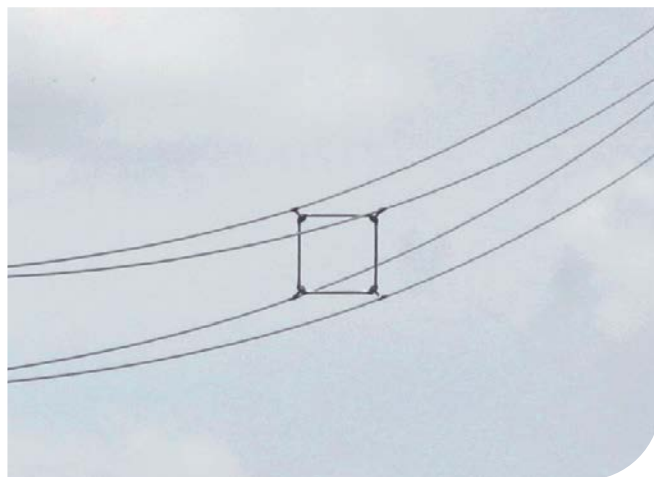
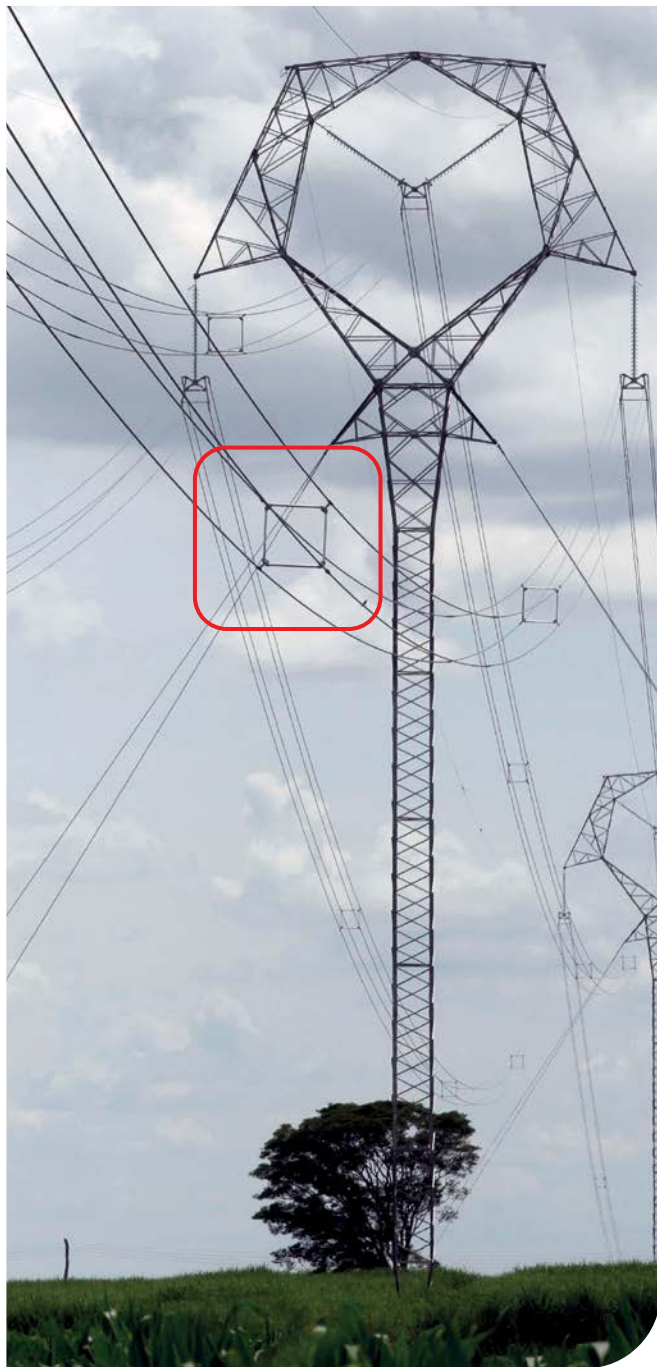
Aplicação

Utilizada para a fabricação de cabo condutor elétrico, as cordoalhas ACSS garantem durabilidade 3 vezes maior, sendo adequadas para regiões litorâneas, onde a taxa de corrosão é alta.



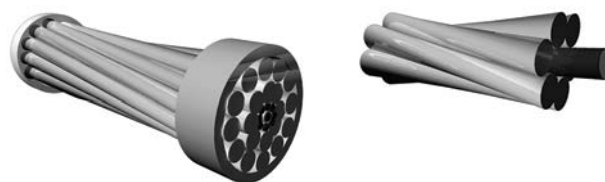
9. Arames e cordoalhas de aço galvanizado e Bezinal® para alma de cabo de alumínio (ACSR)

Arames e cordoalhas fabricados com zincagem dupla, classe de zincagem A e B NBR 6756 e classe de zincagem A ASTM B498 e ASTM B802.



Aplicação

Utilizados para dar suporte e sustentação aos cabos condutores de energia elétrica.



Características

- Para os fios são utilizados, em princípio, as especificações NBR 6756 e ASTM B 498 e, para as cordoalhas, são adotadas basicamente a ASTM B 500 e NBR 15583.
- Massa específica: para fins de cálculo, a massa específica do fio de aço galvanizado deve ser de 7,78 g/m³ a 20 °C.
- Resistividade: para fins de cálculo, pode-se adotar o valor típico de 0,19157 ohm.mm²/m.

Composição química do aço

- Emendas:
- Não são permitidas emendas feitas no fio acabado.
- Durante a fabricação, são permitidas emendas efetuadas por solda elétrica, desde que anteriores ao penúltimo passe de trefilação.

Elemento	Teor %
Carbono	0,50 a 0,85
Manganês	0,50 a 1,10
Silício	0,10 a 0,35
Fósforo, máx.	0,035
Enxofre, máx.	0,045

Acondicionamento e marcação

Fios

- Fios normalmente fornecidos em carretéis de madeira com lances preestabelecidos.
- Tolerância de $\pm 2\%$ na metragem nominal.

Cordoalhas

- Cordoalhas 7, 19 e 37 fios: sem emendas (solda) e sentido de encordoamento conforme pedido.

Passo NBR 15583

- Cordoalha 7 fios: 18 – 28 vezes o diâmetro da cordoalha.
- Cordoalha 19 fios: 16 – 24 vezes o diâmetro da cordoalha.
- Cordoalha 37 fios: 14 – 20 vezes o diâmetro da cordoalha.

Passo ASTM B500

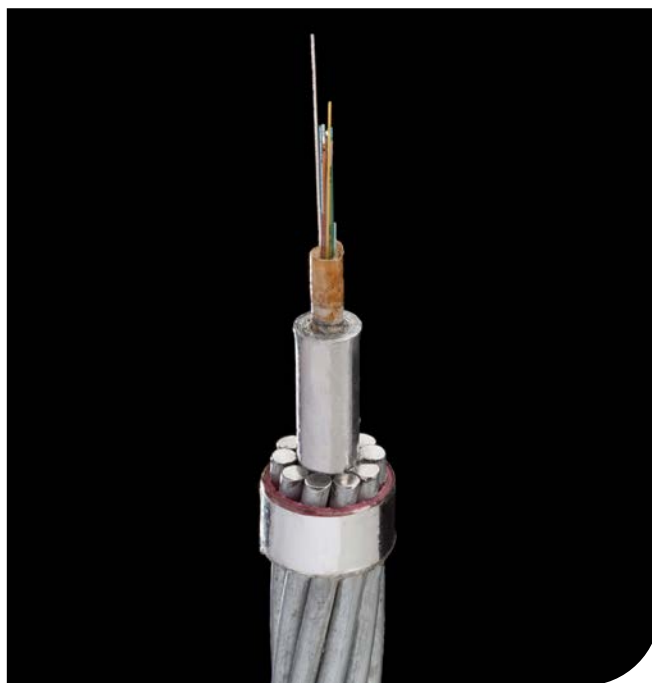
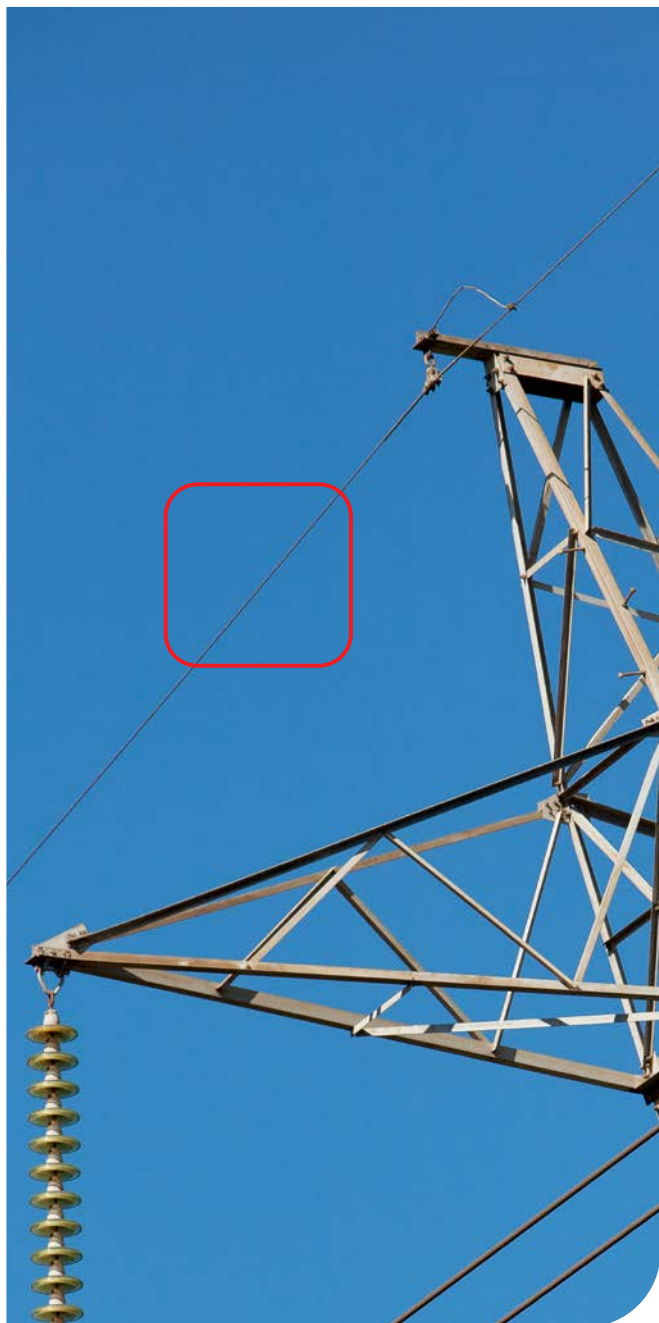
- Cordoalha 7 fios: 16 – 26 vezes o diâmetro da cordoalha.
- Cordoalha 19 fios: 14 – 22 vezes o diâmetro da cordoalha.
- Cordoalha 37 fios: 14 – 20 vezes o diâmetro da cordoalha.
- Tolerância no comprimento = $\pm 2\%$.
- Classe de resistência HS (ASTM B606 e ASTM B803) pode ser produzida sob consulta.
- Conforme acordo, dois ou mais lances podem ser colocados em um mesmo carretel, sendo que os lances serão indicados na etiqueta e marcados seu início e fim.
- Acondicionamento conforme acordo com o cliente, sendo utilizados carretéis fornecidos pelo cliente ou carretéis de madeira.

Características físicas e mecânicas dos fios antes do encordoamento

Diâmetro nominal do fio galvanizado mm	Tolerância mm	Peso mínimo da camada de zinco NBR 6756 g/m²		Peso mínimo da camada Bezinal® ASTM B802 g/m²	Tensão mínima a 1% de alongamento MPa		Limite mínimo de resistência à tração MPa		Alongamento mínimo na ruptura em 250 mm %		
		A	B	A	A	B	A	B	A	B	
1,24 a 1,52	+ 0,04 - 0,03	185	370	183	1.310	1.240	1.450	1.380	3,0	3,0	
1,53 a 1,90		200	400	198	1.310	1.240	1.450	1.380			
1,91 a 2,28	± 0,05	215	430	214	1.310	1.240	1.450	1.380			
2,29 a 2,64		230	460	229	1.280	1.210	1.410	1.340			
2,65 a 3,05		245	490	244	1.280	1.210	1.410	1.340			
3,06 a 3,56	+ 0,08 - 0,05	260	520	259	1.240	1.170	1.410	1.340	4,0		4,0
3,57 a 4,57	+ 0,10 - 0,08	275	550	274	1.170	1.100	1.380	1.280			
4,58 a 4,82		305	610	305	1.170	1.100	1.380	1.280			

Nota: para se obter tensões em kgf/mm², basta dividir os valores em MPa por 9,807.

10. Arames de aço galvanizado e Bezinal® para cabos OPGW



Aplicação

Utilizados para dar sustentação ao cabo OPGW, capacitação e condução de descargas atmosféricas nos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica.

Características

- Os fios são fabricados segundo a norma NBR 6756, com classe 2 ou B de zincagem.
- Massa específica do fio: para fins de cálculo, $7,78 \text{ g/cm}^3$ a 20°C .

Emendas e soldas

- Fios de aço galvanizado (produto acabado) sem emendas.
- Eventuais emendas (soldas) podem ser executadas por solda tipo elétrica de topo, desde que anteriores ao penúltimo passe de trefilação.

Composição química do aço

Elemento	Teor %
Carbono	0,50 a 0,85
Manganês	0,50 a 1,10
Silício	0,10 a 0,35
Fósforo, máx.	0,035
Enxofre, máx.	0,045

Acondicionamento e embalagem

Fornecidos em carretéis de madeira 8x60 (80x60) da norma NBR 7311 ou 80x45 da norma NBR 11137.

Identificação

Identificados por etiqueta com nome do produto, diâmetro, classe de zincagem, metragem e pesos líquido e bruto.

Características físicas e mecânicas dos fios antes do encordoamento											
Diâmetro do fio galvanizado mm	Tolerância mm	Seção nominal mm²	Peso nominal kg/km	Tensão mínima a 1% de alongamento MPa	Limite mínimo de resistência à tração MPa	Alongamento mínimo na ruptura em 250 mm %	Peso mínimo da camada de zinco classe B g/m²	Peso mínimo da camada Bezinal® ASTM A856 classe A g/m²	Preece (uniformidade da camada de zinco) N° de imersões		
2,50	-0,05/+0,05	4,91	38	1.210	1.340	3,0	460	244	4,0		
2,67		5,60	44				490	244	5,0		
2,80		6,16	48					259			
3,09	-0,05/+0,08	7,50	59	1.170			1.340	3,0	520	259	6,0
3,25		8,30	65							259	
3,40		9,08	71							259	
Nota: mediante acordo com o cliente, podemos fabricar outros diâmetros.											

11. Arames e cordoalhas de aço galvanizado e Bezinal® para eletrificação rural

O produto é fabricado conforme a norma NBR-6756 com classe A de zincagem.



Aplicação

Utilizados para dar suporte na transmissão e distribuição de energia.

Características

- A cordoalha é constituída de 3 fios com diâmetro nominal de 2,25 mm, encordoados no sentido anti-horário (à esquerda), com um passo de 12 a 16 vezes o diâmetro nominal da cordoalha.
- Os fios componentes são pré-formados, a fim de evitar a fuga da sua posição normal após a cordoalha cortada.

Características físicas do fio

Para fins de cálculo, podem ser utilizados os seguintes valores:

- Coeficiente de expansão linear: $11,5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- Resistividade típica a 20 °C: 0,19157 ohms.mm²/m
- Massa específica a 20 °C: 7,78 g/cm³

Acondicionamento, embalagem e identificação

Fio galvanizado

Fornecido normalmente em spider com peso entre 500 e 1000 kg e também em rolos de 100 kg embalados com polipropileno. Os rolos e spider são identificados por etiquetas de PVC com nome do produto, diâmetro, classe de zincagem, peso, etc.

Cordoalhas zincadas

- Fornecidas normalmente em carretéis de madeira.
- 90% do lote é fornecido com lances iguais ou superiores a 3 km, e o restante (10%) em lances menores que 3 km, porém não inferiores a 1 km.
- Os carretéis podem ser recobertos por ripas de fechamento (sarrafos de madeira), identificados através de etiquetas de PVC contendo o tipo do produto, diâmetro nominal, classe de zincagem, metragem, pesos líquido e bruto, etc.

Características básicas				
Produtos	Fio		Cordoalha	
Diâmetro (mm)	3,09		4,87 (3x2,25)	
Tolerância (mm)	-0,05 / +0,08		± 0,05	
Peso unitário nominal (kg/km)	59		94	
Carga de ruptura mínima kgf	1.080		1.670	
Peso mínimo camada zinco (g/m ²)	Classe A 260	Classe B 520	Classe A 215	Classe B 430
Peso mínimo camada Bezinal® (g/m ²)	Classe A 259		Classe A 214	

12. Arames e cordoalhas de 7 fios de aço galvanizado e Bezinal® para sustentação de cabos telefônicos



Aplicação

São utilizados na sustentação de cabos telefônicos e cabo em redes aéreas.

Características

- O produto atende à Especificação Construtiva 224-1202-04/01 maio 1976 e norma ASTM A 475.
- Zincagem dupla, classe A, B conforme NBR 16730 e classe A Bezinal® conforme ASTM B855.

Acondicionamento

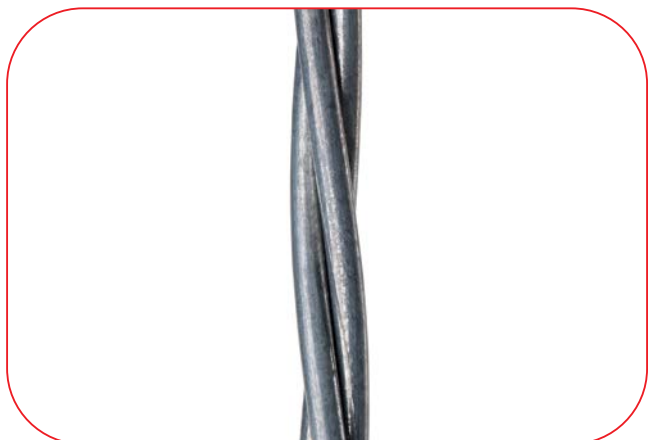
- Acondicionamento em carretéis de madeira.
- Os carretéis são identificados por etiqueta contendo o tipo de produto, o comprimento de lance e pesos líquido e bruto.

Características básicas das cordoalhas 7 fios

Diâmetro nominal do fio mm	Peso mínimo da camada de zinco NBR 16730 g/m ²	Peso mínimo da camada Bezinal® ASTM A855, classe A g/m ²	Preece (nº mínimo de imersões de 1 minuto)	Diâmetro nominal da cordoalha mm	Carga mínima de ruptura kgf	Peso nominal da cordoalha kg/km	Tipos de lances		Alongamento em 610 mm %	Tolerância mm
							Mínimo	Máximo		
1,57	180	153	2	4,76	1.295	108	3.000	7.500	5	± 0,08
2,03	200	183	2	6,35	2.160	180	3.000	5.000		

Nota: outros lances podem ser fornecidos mediante consulta.

13. Arames e cordoalhas de 3 fios de aço revestido com Bezinal® para telefonia



Aplicação

Mensageiro de sustentação para cabos de telefonia em alternativa à cordoalha zincada 7 fios.

Vantagens da utilização em relação à cordoalha zincada 7 fios

- Menor peso por quilômetro.
- Maior resistência à corrosão devido ao revestimento pesado com liga Bezinal®.
- Características mecânicas equivalentes.

Emendas e soldas

Todas as emendas dos fios que compõem as cordoalhas deverão ser feitas por soldas elétricas de topo.

Identificação

Identificados por etiqueta com nome do produto, diâmetro, classe de zincagem, metragem e pesos líquido e bruto.

Acondicionamento

Material fornecido em carretel de madeira 70x40 e 80x45.

Características básicas dos fios

Diâmetro nominal do fio mm	Peso mínimo da camada de zinco g/m ²	Diâmetro nominal da cordoalha mm	Carga mínima de ruptura kgf	Peso nominal do cabo kg/km	Comprimento de lances ± 2%	Alongamento em 610 mm %	Tolerância mm
2,10	215	4,55	1.530	82	3.000	3	± 0,05

14. Arame Bezinal® para gancho esticador fio FE



Aplicação do gancho FE

O gancho esticador fio FE, ou simplesmente gancho FE, é amplamente utilizado em diversas indústrias, incluindo construção civil, telecomunicações e instalações elétricas. Sua principal função é proporcionar a fixação segura de fios e cabos em estruturas, garantindo estabilidade e resistência. É especialmente eficaz na instalação de fios telefônicos externos e em sistemas de aterramento.

Especificações do arame

O arame utilizado para fabricação do gancho FE deve atender a rigorosos padrões de qualidade para garantir segurança e durabilidade. As principais especificações incluem:

- **Material:** aço de baixo teor de carbono, galvanizado Bezinal® por processo de imersão à quente para resistência à corrosão.
- **Diâmetro:** variável, geralmente entre 2,0 mm e 6,5 mm, dependendo da aplicação específica. Entre em contato para maiores informações.
- **Revestimento:** o arame é galvanizado Bezinal® por processo de imersão à quente, e apresenta uma camada uniforme de Bezinal® para proteção contra oxidação.

O peso mínimo da camada de Bezinal® pode ser ofertado conforme tabela a seguir.

Peso mínimo da camada Bezinal®		
Diâmetro	Classe 1	Classe A
mm	g/mm ²	g/mm ²
2,03 - 2,35	92	183
2,36 - 2,63		214
2,64 - 3,04		244
3,05 - 3,62		259
3,63 - 4,77	122	275
4,78 - 6,50		305

Outros valores poderão ser fornecidos sob consulta.

- **Resistência à tração:** deve suportar cargas elevadas sem deformação. Consulte-nos para maiores informações sobre as cargas disponíveis.
- **Flexibilidade:** o arame deve ser suficientemente flexível para permitir a formação de ganchos sem quebrar ou perder a integridade estrutural.
- **Normas técnicas:** o arame Bezinal® é produzido em conformidade com as normas brasileiras (NBR) e internacionais reconhecidas, garantindo a qualidade e segurança do produto.

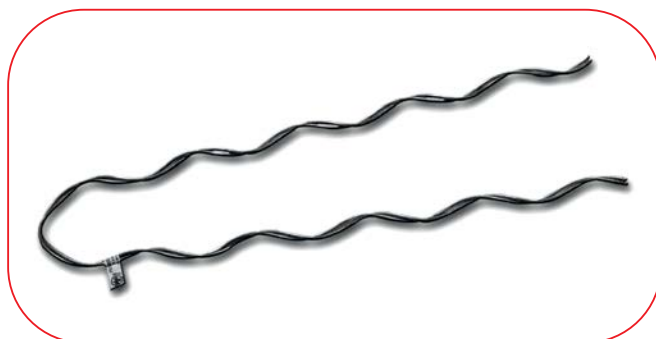
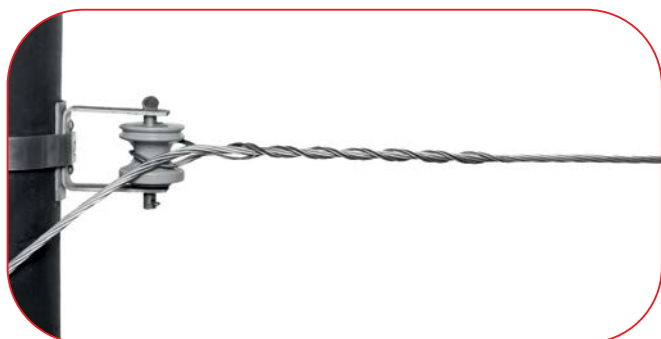
Cuidados na utilização

Para garantir a máxima eficiência e segurança na utilização dos ganchos FE, recomenda-se:

- **Inspeção regular:** verificar periodicamente o estado do arame e do gancho para identificar sinais de desgaste ou corrosão.
- **Evitar sobrecarga:** respeitar a capacidade máxima de carga indicada pelo fabricante.
- **Manuseio adequado:** evitar impactos bruscos e torções que possam comprometer a integridade do arame.



15. Arames de aço galvanizado e Bezinal® para alça pré-formada conforme norma NBR 16051 e NBR 16052



Aplicação

Apropriados para montagens de redes de distribuição e transmissão de energia.

Características

- Alongamento mínimo de 3% em 250 mm.
- Resistência mínima de 125 daN (128 kgf/mm²).
- Os fios são fabricados com classe A, B e Bezinal®.
- Massa específica do fio de aço galvanizado, para fins de cálculo, deve ser de 7,78 g/m³ a 20 °C.

Emendas e soldas

Fios de aço galvanizado (produto acabado) sem emendas. Eventuais emendas (soldas) podem ser executadas por solda tipo elétrica de topo, desde que anteriores ao penúltimo passe de trefilação.

Composição química do aço

Elemento	Teor %
Carbono	0,50 - 0,75
Manganês	0,60 - 0,90
Silício	0,035
Fósforo, máx.	0,045
Enxofre, máx.	0,10 - 0,35

Acondicionamento

Spider.

Identificação

Identificados por etiqueta com nome do produto, diâmetro, classe de zincagem, metragem e pesos líquido e bruto.

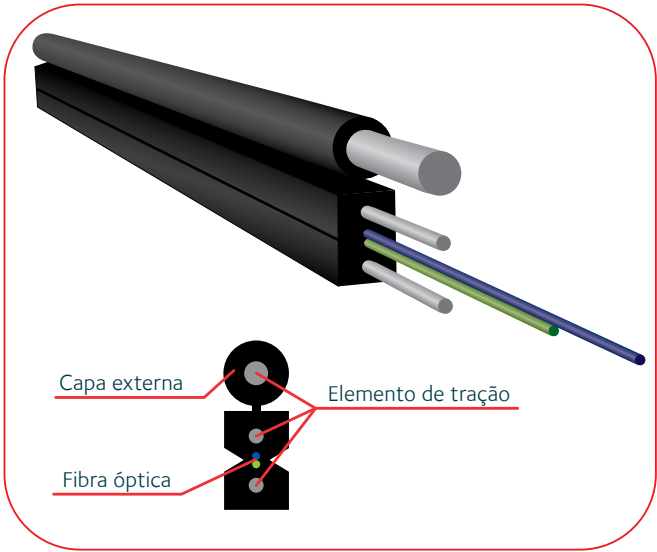
Características básicas dos fios galvanizados convencionais

Diâmetro nominal mm	Tolerância dimensional		Camada mínima de zinco NBR 6756 g/m ²		Peso mínimo da camada Bezinal® ASTM B802 g/m ²
	Mínimo mm	Máximo mm	A	B	A
1,55	1,52	1,59	200	400	198
1,78	1,75	1,82	200	400	198
2,00	1,95	2,05	215	430	214
2,06	2,01	2,11	215	430	214
2,18	2,13	2,23	215	430	214
2,31	2,26	2,36	230	460	229
2,45	2,4	2,5	230	460	229
2,54	2,49	2,59	230	460	229
2,59	2,54	2,64	230	460	229
2,90	2,85	2,95	245	490	244
3,02	2,97	3,07	245	490	244
3,15	3,10	3,23	260	520	259
3,25	3,20	3,33	260	520	259
3,51	3,46	3,59	260	520	259
3,66	3,58	3,76	275	550	274
3,90	3,82	4,00	275	550	274
4,11	4,04	4,21	275	550	274
4,37	4,29	4,47	275	550	274
4,78	4,70	4,88	305	611	305
5,18	5,10	5,28	305	611	-
6,12	6,02	6,20	305	611	-

16. Arame galvanizado para cabo de fibra óptica

O alto nível de pureza do aço e a tecnologia de ponta empregados na fabricação do aço permitem que a Belgo Arames entregue aos seus clientes produtos de qualidade reconhecida. Também com a visão de ser a melhor empresa de soluções de arames do mundo, a Belgo mantém uma equipe técnica dedicada a auxiliar seus cliente na busca por produtos que agreguem valor ao consumidor final.

Nossa empresa desenvolveu uma linha de produtos dedicada à fabricação do cabo de fibra óptica, com arame utilizado como elemento de sustentação e tração, galvanizado a fogo ou fosfatizado, o que aumenta a vida útil do produto e permite sua aplicação nos mais diversos ambientes existentes. Também possui um controle rígido de torção e endireitamento, o que contribui para melhor processabilidade durante a fabricação e instalação do cabo de fibra óptica.



Características básicas do arame para cabo drop							
Diâmetro nominal do arame mm	Diâmetro nominal do arame revestido mm	Tolerância dimensional mm	Resistência mínima		Camada mínima de zinco g/m²	Acondicionamento	
			kgf/mm²	MPa		Arame	Arame revestido
0,40	0,49	+/- 0,02	200	1.962	30	ABS400	ABS400
0,45	0,55	+/- 0,02	200	1.962	30		
0,50	0,60	+/- 0,02	194	1.903	30		
1,00	1,10	+/- 0,02	192	1.884	80	H401	
1,20	1,30	+/- 0,02	192	1.884	80		
1,30	1,40	+/- 0,02	140	1.373	80		

Acondicionamentos do arame para cabo drop				
Descrição	Unidade de medida	Modelo		
		ABS400	ABS520	H401
Flange	mm	400	520	680
Tambor	mm	200	300	410
Furo central	mm	57	50	80 (-0/+0.5)
Furo arraste	mm	2X34	20	40
Largura	mm	295	260	570
Distância entre furo central e furo arraste	mm	70	80	150
Capacidade máxima	kg	50	70	450
Material	-	Plástico	Plástico	Madeira



17. Condições de armazenamento

Condições conforme a NBR 7310

- As bobinas, quando armazenadas a céu aberto, devem ficar elevadas no mínimo a 10 cm do solo para evitar contato direto com o piso e a absorção excessiva de umidade, comprometendo a integridade da bobina.
- Caso elas sejam armazenadas em locais sob cobertura e o solo for revestido e drenado, as bobinas podem ficar em contato direto com o piso.
- No local de armazenamento deve haver drenagem apropriada para evitar o acúmulo de água em contato ou próximo às bobinas. Quando fechadas, podem ser armazenadas e alinhadas umas sobre as outras. Elas devem ser calçadas para evitar o deslocamento lateral por gravidade.
- As bobinas devem estar livres de contato entre elas (distância mínima de 15 cm) ou com outros objetos e edificações que impeçam sua boa ventilação.
- Não é aconselhável o armazenamento de bobinas sobre piso com declive acentuado (mais de 2°).
- Não estocar bobinas com flange virado para cima.



Spider



Rolos acondicionados em bundle



Pallet com rolinho de 50 kg (peso total: 800 kg)



Carretel 70x40



Carretel 80x45



Carretel 80x60



Bobina Tipo R 140x110



Carretel 125x70

**Operar de forma sustentável faz parte
do nosso compromisso ambiental.**

Mitigar impactos, analisar cada etapa do processo e adotar controles eficazes exige uma gestão madura e contribui para uma indústria mais consciente.

Nossas embalagens são recicláveis – madeira, papelão, metal e plástico devem ser reaproveitados, enquanto materiais oleados exigem coprocessamento para evitar contaminação. O descarte adequado, sempre em conformidade com a legislação, garante um futuro mais responsável.

**Juntos e juntas, podemos transformar a indústria
e fazer a diferença para o planeta.**



Acesse nosso site:



belgo.com.br
0800 727 2000

Acompanhe-nos nas
redes sociais:



belgo
arames