MT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO - IPR
DIVISÃO DE CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA
Rodovia Presidente Dutra km 163 - Centro Rodoviário, Parada de Lucas
Rio de Janeiro, RJ - CEP 21240-330

Norma rodoviária
Especificação de Material
DNER-EM 376/97
p. 01/08

Cordoalhas de aço para concreto protendido

RESUMO

Este documento apresenta as características exigidas para cordoalhas de aço para concreto protendido, além dos critérios a serem adotados para aceitação e rejeição.

ABSTRACT

This document presents the required features for steel bar mats used in reinforced and prestressed concrete, and the criteria for acceptance and rejection.

SUMÁRIO

0 Prefácio

1 Objetivo

2 Referências

3 Definições

4 Condições gerais

5 Condições específicas

6 Inspeção

0 PREFÁCIO

Esta Norma estabelece a sistemática a ser empregada no recebimento e aceitação do material em epígrafe.

1 OBJETIVO

Fixar condições exigíveis para aceitação de cordoalhas de aço destinadas a concreto protendido.

2 REFERÊNCIAS

Para melhor entendimento desta Norma deverão ser consultados os documentos seguintes:

a) ABNT NBR-6349/92 - Fios, barras e cordoalhas de aço para armaduras de protensão - ensaio de tração;
b) ABNT NBR-7484/92 - Fios, barras e cordoalhas de aço destinados a armaduras de protensão - ensaios de relaxação isotérmica;
c) ABNT NBR-7483/91 - Cordoalhas de aço para concreto protendido.

Macrodescritores MT : aço, concreto

Microdescritores DNER : aço, concreto protendido

Palavras-chave IRRD/ IPR : aço (4542), concreto protendido (4796)

Descritores SINORTEC : aços estruturais, concretos

Aprovado pelo Conselho Administrativo 20/03/97, Resolução n° 27/97, Sessão n° CA/10/97

Autor: DNER/DrDTc (IPR) Revisão e Adaptação à DNER-PRO 101/97,

Processo n° 51100000912/97-63 Aprovada pela DrDTc em 06/11/97

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

3 DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta Norma são adotadas as definições de 3.1 a 3.8.

3.1 Cordoalha de sete fios - constituída de seis fios de mesmo diâmetro nominal encordoados juntos em forma helicoidal, com um passo uniforme, em torno de um fio central.

3.2 Cordoalhas de dois e três fios - constituídas de dois ou três fios do mesmo diâmetro nominal encordoados juntos, em forma helicoidal, com um passo uniforme.

3.3 Passo da hélice - comprimento ao longo do eixo de uma volta completa.

3.4 Diâmetro da cordoalha - diâmetro da circunferência que a circunscreve.

3.5 Lance - determinado comprimento contínuo de cordoalha.

3.6 Rolo - certo comprimento de cordoalha apresentado em espiras concêntricas, formando um volume compacto.

3.7 Carretel - núcleo de madeira ou outro material no qual é enrolado certo comprimento de cordoalha.

3.8 Lote - determinada quantidade de cordoalhas, de mesmas características, apresentada para inspeção e ensaio de uma só vez.

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Classificação

4.1.1 Conforme o número de fios, as cordoalhas classificam-se em:

a) cordoalha de sete fios;
b) cordoalha de três fios;
c) cordoalha de dois fios.

4.1.2 Conforme a resistência à tração, as cordoalhas de sete fios classificam-se em:

a) categoria CP - 175;
b) categoria CP - 190.

4.1.3 Para as cordoalhas de dois e três fios, prevê-se apenas a categoria CP-180.

4.1.4 Os números 175, 180 e 190 representam valores aproximados em 0,1 MPa, do quociente da carga de ruptura mínima especificada pela área mínima da seção (valor nominal).

4.1.5 Conforme o comportamento na relaxação, as cordoalhas classificam-se em:

a) cordoalha de sete fios:
   - relaxação normal (RN);
   - relaxação baixa (RB).
b) cordoalha de dois e de três fios:

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

- relaxação normal (RN).

4.1.6 Qualidade do fio

Deve ser isento de defeitos na superfície e internos, prejudiciais ao seu emprego.

4.1.7 Encordoamento (cordoalha de 7 fios)

Deve ter o fio central nominal pelo menos 2% maior do que o dos externos. Os seis fios externos devem ser firmemente dispostos em torno do fio central, com um passo de 12 a 16 vezes o diâmetro nominal da cordoalha.

4.1.8 Emendas

Nenhum comprimento de cordoalha deve ser unido a outro comprimento por emenda.

4.1.9 Acondicionamento

A cordoalha é fornecida em:

a) rolo, com diâmetro interno não inferior a 600mm, firmemente amarrado;
b) carretel, com diâmetro do núcleo não inferior a 600mm.

Nota 1: O acondicionamento deve permitir a retirada de amostra sem danificar a estrutura do rolo ou do carretel.

4.1.10 Embalagem

Mediante acordo e no ato da encomenda será estabelecido o tipo de embalagem.

Tabela 1 - Características das cordoalhas de sete fios com relaxação normal - RN

Designação [A]	Diâmetro nominal da cordoalha (mm)	Tolerância no diâmetro (mm)	Área da seção aço cordoalha (valor nominal) (mm^2)	Massa nominal (kg/1000m)	Carga de ruptura mínima especificada (kN)	Carga mínima a 1% de alongamento [B] (kN)	Alongamento sob carga mínima [C] (%)	Relaxação máxima após 100 h a 20º para carga inicial de	
								70%	80%
								da carga de ruptura mínima especificada (%)	
CATEGORIA CP-175 RN									
CP-175 RN 6,4	6,4	+ 0,3 - 0,2	24,5	194	43	36,5	3,5	7	12
CP-175 RN 7,9	7,9		37,4	298	65,8	56			
CP-175 RN 9,5	9,5	+ 0,3 - 0,3	52,3	411	92	78,3			
CP-175 RN 11	11,0		71,0	564	124,9	106,3			
CP-175 RN 12,7	12,7		94,2	744	165,7	141			
CP-175 RN 15,2	15,2		138,7	1100	244,1	207,6			
CATEGORIA CP-190 RN									
CP-190 RN 9,5	9,5	+ 0,4 - 0,2	54,8	432	104,3	88,7	3,5	7	12
CP-190 RN 11	11,0		74,2	582	140,6	119,5			
CP-190 RN 12,7	12,7		98,7	775	187,3	159,2			
CP-190 RN 15,2	15,2		140,0	1102	265,8	225,9			

[A] Os três dígitos constantes da designação correspondem ao limite de resistência à tração mínimo na antiga unidade kgf/mm² . Para efeito desta Norma, considera-se 1 kgf/mm² = 10 MPa

(B) A carga mínima a 1% do alongamento é considerada equivalente à carga a 0,2% de deformação permanente correspondente a 85% da carga de ruptura mínima especificada.
(C) A base de medida é de 600 mm mínimo.

Nota 2: Pode ser adotado, para efeito de cálculo, como módulo de elasticidade, o valor de 195 kN/mm². Não deve ser aceito material com módulo de elasticidade inferior a 170 kN/mm².

Tabela 2 - Características das cordoalhas de sete fios com relaxação baixa - RB

Designação (A)	Diâmetro nominal da cordoalha (mm)	Tolerância no diâmetro (mm)	Área da seção aço cordoalha (valor nominal) (mm^2)	Massa nominal (kg/1000m)	Carga de ruptura mínima especificada (kN)	Carga mínima a 1% de alongamento (B) (kN)	Alongamento sob carga mínima (C) (%)	Relaxação máxima após 1000 h a 20º para carga inicial de	
								70%	80%
								da carga de ruptura mínima especificada (%)	
CATEGORIA CP-175 RB									
CP-175 RB 6,4	6,4	+ 0,3	24,5	194	43	38,7	3,5	2,5	3,5
CP-175 RB 7,9	7,9	- 0,2	37,4	298	65,8	59,2			
CP-175 RB 9,5	9,5		52,3	411	92	82,8			
CP-175 RB 11	11,0	+ 0,3	71,0	564	124,9	112,4			
CP-175 RB 12,7	12,7	- 0,3	94,2	744	165,7	149,1			
CP-175 RB 15,2	15,2		138,7	1100	244,1	219,7			
CATEGORIA CP-190 RB									
CP-190 RB 9,5	9,5		54,8	432	104,3	93,9			
CP-190 RB 11	11,0	+ 0,4	74,2	582	140,6	126,5	3,5	2,5	3,5
CP-190 RB 12,7	12,7	- 0,2	98,7	775	187,3	168,6			
CP-190 RB 15,2	15,2		140,0	1102	265,8	239,2			

(A) Os três dígitos constantes da designação correspondem ao limite de resistência à tração mínimo na antiga unidade 1 kgf/mm^2 . Para efeito desta Norma, considera-se 1 kgf/mm² = 10 MPa
(B) A carga mínima a 1% do alongamento é considerada equivalente à carga a 0,2% de deformação permanente correspondente a 90% da carga de ruptura mínima especificada.
(C) A base de medida é de 600 mm mínimo.

Nota 3: Pode ser adotado, para efeito de cálculo, como módulo de elasticidade, o valor de 195 kN/mm^2. Não deve ser aceito material com módulo de elasticidade inferior a 170 kN/mm².

Tabela 3 - Características das cordoalhas de dois e de três fios

Designação(A)	**Diâmetro nominal da cordoalha (mm)**	**Tolerância no diâmetro (mm)**	**Área da seção aço cordoalha (valor nominal) (mm^2)**	**Massa nominal**	**Carga de ruptura mínima especificada (kN)**	**Carga mínima a 1% de alongamento(B) (kN)**	**Alongamento sob carga mínima(C) (%)**
CATEGORIA CP-180 RN							
CP-180 RN 2X2	2X2,0	± 0,3	6,3	51	11,35	9,65	3,5
CP-180 RN 2X2,5	2X2,5		9,8	80	17,65	15	
CP-180 RN 2X3	2X3,0		14,1	114	25,4	21,6	
CP-180 RN 2X3,5	2X3,5		19,2	155	34,55	29,35	
CP-180 RN 3X2,0	3X2,0		9,4	76	16,9	14,35	
CP-180 RN 3X2,5	3X2,5		14,7	119	26,45	22,5	
CP-180 RN 3X3,0	3X3,0		21,2	172	38,15	32,45	

(A) Os três dígitos constantes da designação correspondem ao limite de resistência à tração mínima na antiga unidade Kgf/mm^2. Para efeito desta Norma, considera-se $1Kgf/mm^2 = 10$ MPa

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

(B) A carga mínima 1% do alongamento é considerada equivalente a carga a 0,2% de deformação permanente correspondente a 85% da carga de ruptura mínima especificada.
(C) A base de medida é de 600mm mínimo.

Nota 4: Pode ser adotado, para efeito de cálculo, como módulo de elasticidade, o valor de 195 kN/mm^2. Não deve ser aceito material com módulo de elasticidade inferior a 170 kN/mm^2.

4.1.11 Marcação

Cada rolo ou carretel será identificado por uma etiqueta suficientemente resistente, com inscrição indelével, firmemente presa, que indicará:

a) nome ou símbolo do produtor;
b) número desta Norma;
c) designação do produto:
- números de fios da cordoalha;
- categoria (175, 180 ou 190);
- relaxação (RN ou RB);
d) diâmetro nominal da cordoalha, em mm;
e) número do rolo ou carretel;
f) massa líquida, em kg, e comprimento nominal, em m;
g) quantidade em comprimento dos lances.

4.1.12 Designação

As cordoalhas receberão designação como segue:

Por exemplo: CP-175 RN 12,7 significa uma cordoalha de sete fios para concreto protendido (CP), categoria 175, relaxação normal (RN) e diâmetro nominal de 12,7mm (12,7); CP-180 RN 3 x 2,5 significa uma cordoalha para concreto protendido (CP), categoria 180, relaxação normal (RN), cordoalha de três fios (n) e diâmetro de 2,5 mm (d) por fio.

Notas 5: a) CP-175 e CP-190 se referem sempre a cordoalhas de sete fios e CP-180 a cordoalhas de dois e de três fios.
b) as cordoalhas de dois e de três fios são usualmente designadas pela indicação de sua constituição, ou seja, por uma expressão: n x d, onde n é o número de fios componentes (dois ou três) e d o diâmetro nominal destes fios.

4.1.13 Encomenda

Na encomenda das cordoalhas o comprador indicará:

a) número desta Norma;
b) massa, em kg;
c) número de fios das cordoalhas, categoria e relaxação;

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

d) diâmetro nominal da cordoalha;
e) comprimento mínimo dos lances;
f) acondicionamento e embalagem;
g) local e procedimento de inspeção.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Diâmetro e tolerâncias

Os diâmetros nominais padronizados e as tolerâncias das cordoalhas de sete fios são indicados nas Tabelas 1 e 2, e os das cordoalhas de dois e de três fios, na Tabela 3.

5.1.1 A área da seção de aço da cordoalha não deverá exceder mais de 8% a área nominal (considerada mínima) indicada nas Tabelas 1, 2 e 3.

5.2 Propriedades mecânicas

5.2.1 As cordoalhas fabricadas conforme a Norma ABNT NBR-7483, e inspecionadas, amostradas e ensaiadas conforme a Seção 6 desta Norma, deverão atender aos valores mínimos especificados de:

a) carga a 1% de alongamento;
b) carga de ruptura;
c) alongamento sob carga de ruptura;
d) estricção nos fios (ver 6.3.2);
e) módulo de elasticidade.

5.2.2 As propriedades mecânicas das cordoalhas de sete fios com relaxação normal são especificadas na Tabela 1.

5.2.3 As propriedades mecânicas das cordoalhas de sete fios com relaxação baixa são especificadas na Tabela 2.

5.2.4 As propriedades mecânicas das cordoalhas de dois e de três fios são especificadas na Tabela 3.

6 INSPEÇÃO

6.1 Procedimento de inspeção

6.1.1 Comprador

6.1.1.1 Ao comprador compete exigir do fabricante certificados de ensaios do material fornecido.

Nota 6: Os resultados dos ensaios dos fabricantes deverão estar disponíveis para exame pelo comprador ou seu representante durante pelo menos cinco anos.

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

6.1.1.2 O certificado conterá:

a) data da realização dos ensaios;
b) identificação do lote, com a qualidade e a numeração respectiva dos rolos ou carretéis fornecidos;
c) características dimensionais, mecânicas e químicas do lote.

6.1.1.3 Fica a critério do comprador verificar se as características especificadas em 6.1.1.2-c são mantidas na aceitação e executar as inspeções e os ensaios que julgar necessários em laboratório oficial ou homologado.

6.1.1.4 A partir da recepção do material o comprador torna-se responsável pela integridade física do produto no decorrer das operações de transporte, de manuseio, de estocagem e na colocação da estrutura.

Nota 7: Caso o comprador deseje efetuar a inspeção do material na fábrica, após este ter sido submetido aos ensaios de rotina, os eventuais ensaios adicionais, às expensas do fabricante, serão limitados ao máximo de uma unidade em cada dez rolos ou carretéis.

6.1.2 Contratante

Cabe ao contratante adotar pelo menos um dos seguintes procedimentos:

a) verificar a integridade física das armaduras;
b) fiscalizar o comprador na aceitação do material;
c) analisar as características do material utilizado através dos ensaios já realizados pelo comprador;
d) realizar o controle de qualidade do material ou contratar firmas especializadas para este fim.

6.2 Amostragem

6.2.1 Para os ensaios especificados em 6.3.1 e 6.3.2 retirar da extremidade de cada rolo ou carretel uma amostra de comprimento suficiente.

6.2.2 As amostras não serão submetidas a nenhuma forma de tensionamento ou de aquecimento, e todo procedimento deve obedecer à ABNT NBR-6349.

6.3 Ensaios

6.3.1 O ensaio de tração das cordoalhas será executado conforme a ABNT NBR-6349, determinando-se:

a) a carga a 1% de alongamento, a carga de ruptura e o alongamento sob carga de ruptura, para todos os corpos-de-prova;
b) o traçado do gráfico carga-deformação, será realizado para cada cinco corpos-de-prova ou fração.

6.3.2 A determinação do valor da estricção em todos os fios constituintes da cordoalha, no ensaio de tração, será executada sobre um rolo ou carretel, de cada dez unidades ou fração, adotando-se 25% de estricção do valor mínimo.

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

6.3.3 O ensaio de relaxação das cordoalhas será executado conforme a ABNT NBR-7484, determinando-se os valores da relaxação para uma carga inicial equivalente a 70% ou 80% da carga de ruptura mínima especificada.

6.4 Aceitação e rejeição

6.4.1 O produto inspecionado, amostrado e ensaiado conforme esta Seção 6, é aceito desde que todos os resultados atendam aos valores mínimos especificados nas Seções 4 e 5 (Tabela 1, 2 e 3).

6.4.2 Se qualquer corpo-de-prova não atender aos valores mencionados em 4.1.7, 6.3.1 e 6.3.2, devem ser retiradas e submetidas a reensaios duas amostras adicionais da mesma extremidade, do mesmo rolo ou carretel.

6.4.3 Se os resultados destes dois corpos-de-prova atenderem aos valores mínimos especificados, o rolo ou carretel correspondente será aceito conforme esta Norma.

6.4.4 Se o valor de estricção nos fios não atender ao especificado, a sua determinação será feita em todos os rolos ou carretéis remanescentes.

6.4.5 Se qualquer um dos resultados de reensaio falhar, o rolo ou carretel correspondente será rejeitado.

6.4.6 Admitir oxidação do produto desde que superficial, leve e uniforme, e não apresente pontos de corrosão na superfície.

6.4.7 Normalmente uma oxidação superficial uniforme será removida com a mão, esfregando-se os fios com um tecido grosseiro (estopa ou juta). Em caso de dúvida quanto à gravidade do dano provocado pela oxidação, o material será submetido a ensaios especiais para a comprovação de suas propriedades mecânicas originais.

Nota 8: Salvo acordo prévio entre o comprador e fornecedor, a superfície do fio não deverá conter nenhum lubrificante, óleo ou outra substância capaz de prejudicar sua aplicação.

6.4.8 A liberação e o emprego do produto não são condicionados ao ensaio de relaxação, em vista de sua longa duração. O comprador pode se basear em resultados recentes e regularmente obtidos com material de mesma categoria.

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte