



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 375/97  
p. 01/07

## Fios de aço para concreto protendido

### RESUMO

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

### ABSTRACT

This document presents the required features for steel wires used for prestressed concrete framework, 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 as condições exigíveis para aceitação e fornecimento de fios de aço de alta resistência, de seção circular, encruados a frio por trefilação, com superfície lisa ou entalhada destinados a armaduras de protensão.

### 2 REFERÊNCIAS

Para entendimento desta Norma deverão ser consultados os documentos seguintes:

- a) ABNT NBR-6004/84 - Arames de aço - ensaio de dobramento alternado;
- b) ABNT NBR-6349/92 - Fios, barras e cordoalhas de aço para armaduras de protensão - ensaio de tração;
- c) ABNT NBR-7482/91 - Fios de aço para concreto protendido;
- d) ABNT NBR-7484/92 - Fios, barras e cordoalhas de aço destinados a armaduras de protensão - ensaio de relaxação isotérmica.

**Macrodescriptores MT** : aço, concreto

**Microdescriptores 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 nº 27/97, Sessão nº CA/10/97

Autor: DNER/DrDTc (IPR)

Revisão e Adaptação à DNER-PRO 101/97,

Processo nº 51100000912/97-63

Aprovada pela DrDTc em 06/11/97

### 3 DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta Norma são adotadas as definições de 3.1 a 3.3.

3.1 Valor nominal - valor numérico que caracteriza certa grandeza do produto.

3.2 Rolo - certo comprimento contínuo de fio acabado, sem junta ou emenda de nenhuma natureza, apresentado em espiras concêntricas formando volume compacto.

3.3 Lote - determinada quantidade de fio acabado, de mesmo diâmetro nominal e de mesma característica, apresentada para inspeção e ensaios de uma só vez.

### 4 CONDIÇÕES GERAIS

#### 4.1 Classificação

4.1.1 Conforme a resistência à tração, os fios classificam-se em duas categorias para cada diâmetro nominal (ver Tabelas 1 e 2).

4.1.2 Conforme o comportamento na relaxação, os fios classificam-se em:

- a) relaxação normal (RN);
- b) relaxação baixa (RB).

**Tabela 1 - Características dos fios com relaxação normal - RN**

Designação <sup>(A)</sup>	Diâmetro nominal do fio (mm)	Tolerância no diâmetro (mm)	Área da seção nominal (mm <sup>2</sup> )	Massa nominal (kg/1000m)	Limite de resistência à tração mín. <sup>(A)</sup> (MPa)	Tensão a 1% de alongamento mín. <sup>(B)</sup> (MPa)	Alongamento após ruptura (em 10d)		Número de dobramentos <sup>(C)</sup> (mín.)	Relação máxima após 1000h a 20°C para tensão inicial de 70% e 80% do limite de resistência mínima especificado (%)	
							Total	Zona de estrição (mín) (%)		70%	80%
CP-150 RN8	8	± 0,05	50,3	395	1500	1280	6	2	3	5	8,5
CP-160 RN8	8				1600	1360	5				
CP-150 RN7	7		38,5	302	1500	1280	6				
CP-160 RN7	7				1600	1360	5				
CP-150 RN6	6		28,3	222	1500	1280	6				
CP-160 RN6	6				1600	1360	5				
CP-150 RN5	5		19,6	154	1500	1280	6				
CP-160 RN5	5				1600	1360	5				
CP-160 RN4	4		12,6	98,7	1600	1360	5				
CP-170 RN4	4				1700	1490	5				

<sup>(A)</sup> Os três dígitos constantes na designação correspondem ao limite da resistência à tração na antiga unidade kgf/mm<sup>2</sup>. Para efeitos desta Norma, considera-se 1 kgf/mm<sup>2</sup> = 10 MPa.

<sup>(B)</sup> O valor mínimo da tensão a 1% de alongamento é considerado equivalente à tensão a 0,2% de deformação permanente e correspondente a 85% do limite mínimo da resistência especificado.

<sup>(C)</sup> Para os fios entalhados, o número mínimo de dobramentos alternados é de dois.

**Tabela 2 - Características dos fios com relaxação baixa - RB**

Designação <sup>(A)</sup>	Diâmetro nominal do fio (mm)	Tolerância no diâmetro (mm)	Área da seção nominal (mm <sup>2</sup> )	Massa nominal (kg/1000m)	Limite de resistência à tração min. <sup>(A)</sup> (MPa)	Tensão a 1% de alongamento mín. <sup>(B)</sup> (MPa)	Alongamento após ruptura (em 10d)		Número de dobramentos <sup>(C)</sup> (mín.)	Relação máxima após 1000h a 20°C para tensão inicial de 70% e 80% do limite de resistência mínima especificada (%)	
							Total	Zona de estrição		70%	80%
							(min) (%)				
CP-150 RB8	8	± 0,05	50,3	395	1500	1350	6	2	3	2	3
CP-160 RB8	8				1600	1440	5				
CP-150 RB7	7		38,5	302	1500	1350	6				
CP-160 RB7	7				1600	1440	5				
CP-150 RB6	6		28,3	222	1500	1350	6				
CP-160 RB6	6				1600	1440	5				
CP-150 RB5	5		19,6	154	1500	1350	6				
CP-160 RB5	5				1600	1440	5				
CP-160 RB4	4		12,6	98,7	1600	1440	5				
CP-170 RB4	4				1700	1580	5				

(A) Os três dígitos constantes na designação correspondem ao limite mínimo da resistência a tração na antiga unidade kgf/mm<sup>2</sup>. Para efeitos desta Norma, considera-se 1 kgf/mm<sup>2</sup> = 10 MPa.

(B) O valor mínimo da tensão a 1% de alongamento é considerado equivalente à tensão a 0,2% de deformação permanente e correspondente a 90% do limite mínimo da resistência especificado.

(C) Para os fios entalhados, o número mínimo de dobramentos alternados é de dois.

#### 4.1.3 Qualidade do fio acabado

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

#### 4.1.4 Emendas em rolos

Nos fios acabados não serão permitidas soldas ou quaisquer emendas. As eventuais soldas ou emendas feitas durante a fabricação, após o patenteamento, a fim de permitir a continuidade das operações de fabricação deverão ser removidas pelo fabricante.

#### 4.1.5 Acondicionamento e embalagem

##### 4.1.5.1 Acondicionamento

Os fios são fornecidos em rolos, cujos diâmetros internos são indicados na Tabela 3.

**Tabela 3 - Dimensões dos rolos**

Diâmetro nominal do fio (mm)	Diâmetro interno dos rolos (m)
6 ; 7 ; 8	1,8 - 2,2
5	1,5 - 1,8
4	1,2 - 1,5

Nota 1: Salvo indicado em contrário, os fios de outras dimensões deverão ser fornecidos em rolos com diâmetros internos iguais aos dos fios de diâmetros nominais imediatamente superiores.

#### 4.1.5.2 Embalagem

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

#### 4.1.6 Marcação

Cada rolo 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:
  - categoria (150, 160 e 170)
  - relaxação (RN ou RB);
- d) diâmetro nominal do fio, em mm;
- e) número do rolo.

#### 4.1.7 Designação

Os fios receberão designação conforme a seguir, por exemplo: CP-150 RN 7 significa fio para concreto protendido (CP), categoria 150, relaxação normal (RN) e diâmetro de 7 mm.

#### 4.1.8 Encomenda

Na encomenda dos fios, o comprador deve indicar:

- a) número desta Norma;
- b) quantidade, em kg;
- c) diâmetro nominal do fio, em mm;
- d) categoria e relaxação;
- e) acabamento da superfície (lisa ou entalhada);
- f) acondicionamento e embalagem;
- g) local e procedimento da inspeção.

## 5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

### 5.1 Diâmetro e tolerâncias

Os diâmetros nominais padronizados e as tolerâncias dos fios são indicados nas Tabelas 1 e 2.

### 5.2 Propriedades mecânicas

5.2.1 Os fios fabricados e inspecionados, amostrados e ensaiados conforme a Seção 6 deverão atender aos valores mínimos especificados de:

- a) tensão a 1% de alongamento;
- b) limite de resistência à tração;
- c) alongamento após ruptura;
- d) número de dobramentos alternados, sem fissuras ou rupturas.

Nota 2: O fio com uma profundidade de entalhe até 3,5% do seu diâmetro nominal deverá suportar dois dobramentos alternados sem fissuras ou rupturas. O entalhe não deve ter profundidade superior a 3,5% do diâmetro nominal do fio.

5.2.2 As propriedades mecânicas dos fios com relaxação normal são especificadas na Tabela 1.

5.2.3 As propriedades mecânicas dos fios com relaxação baixa são especificadas na Tabela 2.

## 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 3: Os resultados dos ensaios do fabricante deverão estar disponíveis para exame pelo comprador ou seu representante, durante pelo menos cinco anos.

6.1.1.2 O certificado deverá conter:

- a) data da realização dos ensaios;
- b) identificação do lote, com a quantidade e a numeração respectivas dos rolos 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 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 de operações de transporte, manuseio, estocagem e colocação na estrutura.

#### 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 produto 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 de qualquer das duas extremidades de um rolo, de cada lote de cinco unidades ou fração, uma amostra de 2,00 metros de comprimento.

6.2.2 A determinação do diagrama de tensão-deformação será feita para cada corrida ou fração.

6.2.3 As amostras não serão submetidas a nenhuma forma de tensionamento ou de aquecimento após a fabricação. Se necessário, o endireitamento da amostra deve ser feito a frio e todo o procedimento obedecer à ABNT NBR- 6349.

### 6.3 Ensaaios

6.3.1 O ensaio de tração dos fios será executado conforme a ABNT NBR-6349, determinando-se a tensão a 1% de alongamento, o limite de resistência à tração e o alongamento após ruptura, para todos os corpos-de-prova.

6.3.2 O ensaio de dobramento alternado será executado conforme a ABNT NBR-6004, utilizando-se mandris cilíndricos com os diâmetros indicados na Tabela 4 para os correspondentes diâmetros nominais dos fios.

**Tabela 4 - Diâmetro do mandril para ensaio de dobramento alternado**

Diâmetro nominal do fio (mm)	Diâmetro do mandril (mm)
8	50
7	40
6	35
5	30
4	25

Nota 4: Para diâmetro intermediário de fio, adota-se o diâmetro do mandril imediatamente superior.

6.3.3 O ensaio de relaxação dos fios será executado conforme a ABNT NBR-7484, determinando-se os valores de relaxação para uma tensão inicial equivalente a 70% ou 80% do limite de resistência mínimo estabelecido.

### 6.4 Aceitação e rejeição

6.4.1 O produto inspecionado, amostrado e ensaiado conforme a Seção 6 é aceito, desde que todos os resultados atendam aos valores mínimos especificados na Seção 5 e nas Tabelas 1 e 2.

6.4.2 Se qualquer corpo-de-prova, no ensaio de tração de dobramento alternado, não atingir os valores mínimos especificados, devem ser retiradas e submetidas duas amostras adicionais da mesma extremidade do mesmo rolo.

6.4.3 O lote é aceito somente se os resultados desses dois corpos-de-prova atenderem aos seus valores especificados. Caso falhe em uma determinação, o rolo será rejeitado e os restantes do lote devem ser ensaiados um por um, aceitos somente os que atendam os valores especificados nas Tabelas 1 e 2.

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

6.4.5 Normalmente uma oxidação superficial uniforme pode ser removida com a mão ou esfregando-se os fios com um tecido grosseiro (estopa ou juta). Em caso de dúvida, o produto será submetido a ensaios especiais para comprovação de suas propriedades mecânicas originais.

Nota 5: Salvo acordo prévio entre comprador e fornecedor, a superfície do fio não deverá conter nenhum lubrificante, óleo ou outra substância capaz de prejudicar sua aplicação.

6.4.6 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 da mesma categoria.