



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 374/97
p. 01/10

Fios e barras de aço para concreto armado

RESUMO

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

ABSTRACT

This document presents the required features for steel bars and wires used for reinforced 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 dos materiais em epígrafe.

1 OBJETIVO

Fixar as condições exigíveis para aceitação de fios e barras de aço para concreto armado.

2 REFERÊNCIAS

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

- a) DNER-EM 217/94 - Barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto armado;
- b) ABNT-NBR 6152/92 - Materiais metálicos - determinação das propriedades mecânicas à tração - método de ensaio;
- c) ABNT-NBR 6215/86 - Produtos siderúrgicos - terminologia;
- d) ABNT-NBR7480/85 - Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado.

3 DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta Norma, são adotadas as definições de 3.1 a 3.10.

3.1 Barras - são os produtos de aço obtidos por laminação a quente e encruamento a frio de diâmetro igual ou superior a 5mm.

Macrodescriptores MT : aço, concreto

Microdescriptores DNER : aço, armadura para concreto, concreto armado

Palavras-chave IRRD/IPR : aço (4542), armadura (3471), concreto armado (4794)

Descritores SINORTEC : aços estruturais, concreto, fios

Aprovado pelo Conselho Administrativo 20/03/97,

Resolução nº 27/97, Sessão nº CA/10/97

Autor: DNER/DrDTc (IPR)

Substitui a DNER-EM 217/94

Processo nº 51100000912/97-63

Revisão e Adaptação à DNER-PRO 101/97,

Aprovada pela DrDTc em 06/11/97

3.2 Fios - são os produtos de aço obtidos por trefilação ou processo equivalente, com diâmetro igual ou inferior a 12,5mm.

3.3 Lote - grupo de barras ou fios de procedência identificada, de mesma categoria e classe de aço e com o mesmo diâmetro e configuração geométrica superficial, apresentado à inspeção como um conjunto unitário, cuja massa não supera o valor indicado na Tabela 1.

Tabela 1 - Massa máxima dos lotes

Diâmetro (mm)	Massa máxima dos lotes (t)				
	Categoria do aço				
	CA-25	CA-32	CA-40	CA-50	CA-60
3,2	4	3,2	2,5	2	1,6
4	5	4	3,2	2,5	2
5	6,3	5	4	3,2	2,5
6,3	8	6,3	5	4	3,2
8	10	8	6,3	5	4
10	12,5	10	8	6,3	5
12,5	16	12,5	10	8	6,3
16	20	16	12,5	10	-
20	25	20	16	12,5	-
25	31,5	25	20	16	-
32	40	31,5	25	20	-
40	50	40	31,5	25	-

3.4 Partida - conjunto de lotes apresentados para inspeção de uma só vez.

3.5 Fornecimento - conjunto de partidas que perfaz a quantidade total da ordem de compra.

3.6 Resistência de escoamento (f_y) - limite superior de escoamento para os materiais que apresentem patamar bem definido no diagrama tensão-deformação; caso contrário, é o valor convencional correspondente à deformação residual de 0,2%, conforme Figura 1.

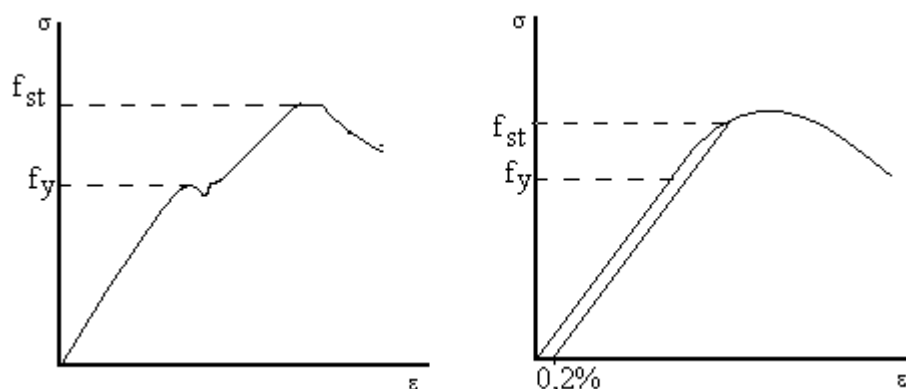


Figura 1

P = força aplicada

A = área da seção em cada instante

Ao = área inicial da seção

a = é o ponto da curva correspondente à resistência convencional à ruptura

b = é o ponto da curva correspondente à resistência aparente à ruptura

c = é o ponto da curva correspondente à resistência real à ruptura

3.7 Resistência convencional de ruptura - máxima ordenada da curva $\sigma \times \epsilon$ obtida sem considerar a redução da área inicial da seção transversal do fio ou barra tracionada.

3.8 Resistência aparente à ruptura - ordenada correspondente ao alongamento de ruptura na curva $\sigma \times \epsilon$, obtida sem considerar a redução da área inicial da seção transversal do fio ou barra tracionada.

3.9 Resistência real à ruptura - ordenada correspondente ao alongamento de ruptura na curva $\sigma \times \epsilon$ obtida considerando-se a área da seção transversal do fio ou barra tracionada no instante da ruptura.

3.10 Diâmetro (ϕ) - para efeito desta Norma, diâmetro é a designação do fio ou barra de determinada massa por unidade de comprimento, conforme a coluna V da Tabela 2 (o número relativo ao diâmetro corresponde ao valor arredondado, em milímetros, da seção transversal nominal).

Tabela 2 - Características de fios e barras

Diâmetro (mm)		Massa linear e sua tolerância (kgf/m)					Valor nominal para cálculo		
Fios I	Barras II	Massa linear mín. (-10%) III	Massa linear mín. (-6%) IV	Massa linear exata V	Massa linear máx. (+6%) VI	Massa linear máx. (+10%) VII	Área da seção (cm ²) VIII	Massa linear kgf/m IX	Perímetro (em cm) X
3,2	-	-	0,0586	0,0624	0,0661	-	0,080	0,063	1,00
4	-	-	0,0929	0,0988	0,105	-	0,125	0,100	1,25
5	5	0,141	0,147	0,157	0,166	0,172	0,200	0,160	1,60
6,3	6,3	0,223	0,233	0,248	0,263	0,273	0,315	0,250	2,00
8	8	0,354	0,370	0,393	0,417	0,433	0,50	0,40	2,50
10	10	-	0,586	0,624	0,661	-	0,80	0,63	3,15
12,5	12,5	-	0,929	0,988	1,05	-	1,25	1,00	4,00
-	16	-	1,47	1,57	1,66	-	2,00	1,60	5,00
-	20	-	2,33	2,48	2,63	-	3,15	2,50	6,30
-	25	-	3,70	3,93	4,17	-	5,00	4,00	8,00
-	32	-	5,86	6,24	6,61	-	8,00	6,3	10,0
-	40	-	9,29	9,88	10,5	-	12,5	10,0	12,5

Nota 1: A massa linear exata corresponde ao produto do valor da área exata por 7,85kg/dm³.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Classificação

4.1.1 De acordo com as resistências características de limites de escoamento, nos valores de 250,0; 320,0; 400,0; 500,0 e 600,0, expressos em 0,1 MPa, as barras e fios de aço são classificados, respectivamente, nas seguintes categorias:

CA-25;CA-32;CA-40;CA-50 E CA-60

Notas 2: a) a categoria CA-60 aplica-se somente para fios. As propriedades mecânicas exigíveis para cada categoria estão indicadas na Tabela 3;

b) novas categorias além das estabelecidas só são permitidas após sua introdução nesta Norma;

c) para efeitos práticos de aplicação desta Norma admite-se $1 \text{ MPa} = 0,1 \text{ kgf/mm}^2$.

4.1.2 De acordo com o processo de fabricação, as barras e os fios de aço para concreto armado classificam-se em:

- a) barras de aço classe A, obtidas por laminação a quente, sem necessidade de posterior deformação a frio, com escoamento definido caracterizado por patamar no diagrama tensão-deformação e com propriedades mecânicas que atendam aos valores exigidos na Tabela 3;
- b) barras e fios de aço classe B, obtidos por deformação a frio, sem patamar no diagrama tensão- deformação, com propriedades mecânicas que atendam aos valores exigidos na Tabela 3.

Tabela 3 - Propriedades mecânicas exigíveis das barras e fios de aço destinados à armadura para concreto armado

Categoria	Ensaio de tração (A) (Valores mínimos)				Ensaio de dobra- mento a 180 °		Aderência	Distintivo da categoria
	Resistência característica de escoamento f_{yk} (MPa)	Resistência convencional à ruptura f_{st} (MPa)	Alongamento em \square 10 (mm) (B)		Diâmetro do pino (mm) (C)		Coeficiente de conformação superficial mín. para $\square > 10$ nb	Cor
			Para aço classe A	Para aço classe B	$\square < 20$	$\square > 20$		
CA - 25	250,0	$1,20 f_y$	18%	-	2 \square	4 \square	1,0	amarela
CA - 32	320,0	$1,20 f_y$	14%	-	2 \square	4 \square	1,0	verde
CA - 40	400,0	$1,10 f_y$	10%	8%	3 \square	5 \square	1,2	vermelha
CA - 50	500,0	$1,10 f_y$	8%	6%	4 \square	6 \square	1,5	branca
CA - 60	600,0	$1,05 f_y$ (D)	-	5%	5 \square	-	1,5	azul

(A) Segundo a NBR 6152, as notações são : $\square_s = f_{yk}$ $\square_t = f_{st}$

(B) \square é o diâmetro definido em 3.10.

(C) As barras de diâmetro $\square \square 32$ mm das categorias CA-40 e CA-50 serão dobradas sobre 3 pinos de $\square 8$ (em mm).

(D) f_{st} mínimo de 660 MPa.

Nota 3: Barras de aço classe A, que não apresentarem patamar bem definido no diagrama tensão-deformação, são aceitas como tal, desde que sejam identificados o produtor e o processo de fabricação.

4.2 Designação

4.2.1 A designação da categoria (ver 4.1.1) deve ser seguida de letra maiúscula correspondente à classe do aço .

4.2.1.1 A designação da categoria pode, ainda, ser completada com a indicação do coeficiente de conformação superficial, especialmente quando este for superior ao valor mínimo exigido para a categoria.

4.2.1.2 Não é permitida qualquer designação comercial contendo caracteres que possam dar lugar a confusões sobre a categoria da barra ou do fio.

4.3 Homogeneidade geométrica

As barras e os fios de aço destinados a armadura para concreto armado devem apresentar suficiente homogeneidade quanto às suas características geométricas (ver 4.7).

4.4 Defeitos

As barras e os fios de aço destinados a armadura para concreto armado devem ser isentos de defeitos prejudiciais, tais como: fissuras, esfoliações e corrosão.

4.5 Massa e tolerâncias

A massa real das barras deve ser igual à sua massa nominal, com tolerância de $\pm 6\%$ para diâmetro igual ou superior a 10 e de $\pm 10\%$ para diâmetro inferior a 10; para os fios, essa tolerância é de $\pm 6\%$, conforme a Tabela 2.

Nota 4: A massa nominal é obtida multiplicando-se o comprimento da barra ou do fio pela área da seção nominal e pela massa específica de $7,85\text{kg/dm}^3$.

4.6 Comprimento

O comprimento normal de fabricação das barras e dos fios é de 11m. A tolerância de comprimento é de 9% (ver 4.9.1). Permite-se a existência de até 2% de barras curtas, porém de comprimento não inferior a 6 m.

4.7 Marcação

4.7.1 As barras de qualquer categoria, de diâmetro igual ou superior a 10, com mossas e saliências devem apresentar marcas de laminação, em relevo, que identifiquem o fabricante e a categoria do material. A identificação far-se-á de 2 em 2m, ou menos, ao longo da barra.

4.7.2 A identificação de cada barra de diâmetro menor que 10 e de cada fio é feita por pintura de topo, pelo menos em uma das extremidades, de acordo com as cores indicadas na Tabela 3. Os rolos são identificados com uma faixa pintada, abrangendo o toro.

4.8 Embalagem

4.8.1 As barras e os fios são fornecidos em feixes ou rolos, com massa especificada ou não, conforme acordo mútuo entre fornecedor e comprador, registrado na ordem de compra.

4.8.2 Cada feixe ou rolo deve ter etiqueta firmemente fixada, contendo gravadas, de modo indelével, pelo menos as seguintes indicações:

- a) nome do fabricante;
- b) categoria;
- c) classe;
- d) diâmetro.

4.9 Ordem de compra

Nas ordens de compra de barras e fios de aço para concreto armado, o comprador deve indicar:

- a) número desta Norma;
- b) diâmetro, categoria e classe da barra ou do fio;
- c) quantidade, em toneladas;

- d) comprimento e sua tolerância, no caso de ser diferente do valor normal;
- e) embalagem (feixe, feixe dobrado, rolo);
- f) outros requisitos adicionais ou exceções aos indicados nesta Norma.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Propriedades mecânicas de tração

No ensaio de tração o corpo-de-prova deve apresentar resistências de escoamento e de alongamento iguais ou superiores aos mínimos fixados na Tabela 3 para a categoria correspondente. A relação entre a resistência convencional à ruptura (ver 3) e a resistência de escoamento, em cada corpo-de-prova, deve ser pelo menos igual ao mínimo fixado na Tabela 3.

5.2 Dobramento

Nos ensaios de dobramento, com diâmetro do pino indicado na Tabela 3 para a categoria correspondente, o corpo-de-prova deve ser dobrado a 180°, sem ocorrer ruptura nem fissuração na zona tracionada.

5.3 Características complementares

Se julgado necessário pelo comprador ou pelo laboratório, as demais exigências desta Norma podem ser verificadas através dos ensaios complementares.

5.4 Padronização

Os diâmetros dos fios e das barras de aço destinados a armadura para concreto armado ficam padronizados conforme indicado na Tabela 2.

Nota 5: As barras emendadas devem satisfazer aos requisitos mecânicos indicados na Tabela 3, no que se refere à resistência convencional à ruptura (ver 3). Para essas barras, não é exigida a determinação dos valores da resistência de escoamento e de alongamento, observando-se quanto à resistência de escoamento das barras soldadas o prescrito na ABNT-NBR 6118/80.

6 INSPEÇÃO

6.1 Procedimento

6.1.1 O inspetor, representante do comprador, deve ter:

- a) livre acesso aos locais que possibilitem a coleta das amostras e inspeção;
- b) livre acesso aos laboratórios do produtor, se nestes forem executados os ensaios de recebimento, que objetivam verificar se o material em inspeção atende à presente Norma;
- c) facilidades para desempenhar suas funções, sem interferência nos processos produtivos.

6.1.2 O comprador e o fornecedor podem, de comum acordo, estabelecer itens adicionais quanto à inspeção e quanto a outros ensaios a serem executados.

6.2 Amostragem

Para verificação das propriedades mecânicas e características próprias das barras e dos fios de aço destinados a armaduras para concreto armado, prescritas nesta Norma, far-se-á uma amostragem nas condições seguintes:

6.2.1 Formação dos lotes

6.2.1.1 Cabe ao produtor ou fornecedor, em cada partida, repartir barras ou fios em lotes aproximadamente iguais e perfeitamente identificáveis, cujas massas máximas, em função da categoria e do diâmetro, estão indicadas na Tabela 1.

6.2.1.2 Cabe ao produtor ou ao fornecedor, em cada partida, repartir os rolos em lotes aproximadamente iguais e perfeitamente identificáveis, cujas massas máximas em função da categoria e do diâmetro devem ser o dobro dos valores indicados na Tabela 1. Neste caso, o número de exemplares de cada amostra deve ser o dobro do indicado em 6.2.3.

6.2.1.3 Quando nas obras houver mistura de lotes formados conforme 6.2.1.1 e 6.2.1.2 ou estes não forem identificáveis, cabe ao inspetor orientar a formação de outros lotes para inspeção, conforme 6.2.1.1 e 6.2.1.2.

6.2.2 Formação de amostras

6.2.2.1 Cabe ao comprador ou a seu inspetor, em cada partida, extrair aleatoriamente de cada lote uma amostra composta de tantos exemplares quantos forem os indicados no plano de amostragem (ver 6.2.3). Cada amostra representa o lote correspondente.

6.2.2.2 Não é permitida a retirada de mais um exemplar de uma mesma barra ou fio reto. No caso de lotes formados por rolos, não é permitida a retirada de mais de um exemplar por rolo, exceto quando o número de rolos por lote for inferior ao número de exemplares. Neste caso, retiram-se exemplares de ambas as extremidades de um mesmo rolo.

6.2.2.3 O comprimento de cada exemplar é de 2,20 m, desprezando-se a ponta de 20 cm da barra ou do fio.

6.2.2.4 Os exemplares são identificados e enviados para o laboratório.

6.2.3 Planos de amostragem

6.2.3.1 Plano 1

6.2.3.1.1 Para corridas identificadas, a amostra representativa de cada lote é composta por um exemplar. No caso em que qualquer corpo-de-prova não satisfaça às exigências desta Norma, deve ser feita uma contraprova, sendo a amostra representativa de cada lote composta por dois novos exemplares.

6.2.3.1.2 Para corridas não identificadas, a amostra representativa de cada lote é composta por dois exemplares. No caso em que qualquer corpo-de-prova não satisfaça às exigências desta Norma, deve ser feita uma contraprova, sendo a amostra representativa de cada lote composta por quatro novos exemplares.

6.2.3.2 Plano 2

6.2.3.2.1 Para corridas identificadas, a amostra representativa de cada lote é composta por dois exemplares. No caso em que qualquer corpo-de-prova não satisfaça às exigências desta Norma, deve ser feita uma contraprova, sendo a amostra representativa de cada lote composta por dois novos exemplares.

6.2.3.2.2 Para corridas não identificadas, a amostra representativa de cada lote é composta por quatro exemplares. No caso em que qualquer corpo-de-prova não satisfaça às exigências desta Norma, deve ser feita uma contraprova, sendo a amostra representativa de cada lote composta por quatro novos exemplares.

6.2.3.3 Plano 3

A amostra representativa de cada lote é composta por quatro exemplares. No caso em que qualquer corpo-de-prova não satisfaça às exigências desta Norma, deve ser feita uma contraprova, sendo a amostra representativa do lote composta por quatro novos exemplares.

6.2.3.4 Critérios

6.2.3.4.1 Para os primeiros cinco lotes de fornecimento, é adotado o plano de amostragem 2 (ver 6.2.3.2).

6.2.3.4.2 Se os cinco primeiros lotes de fornecimento forem aprovados, para os lotes seguintes é adotado o plano de amostragem 1 (ver 6.2.3.1).

6.2.3.4.3 Se nos cinco primeiros lotes de fornecimento houver rejeição de um ou mais lotes, para os lotes seguintes é adotado o plano de amostragem 3 (ver 6.2.3.3).

6.2.3.4.4 Para os demais lotes de fornecimento, a amostragem é feita em função do plano adotado para os cinco lotes anteriores e dos resultados dos ensaios a eles correspondentes, de acordo com o que se prescreve na Tabela 4 e com o especificado na Seção 6.

Tabela 4 - Critério de escolha do plano de amostragem

Inspeção dos lotes anteriores aos lotes a serem inspecionados		Lotes da partida a ser inspecionada
Plano adotado	Resultados obtidos	Plano a adotar
1	todos aprovados	1
2		1
3		2
1	houve um lote rejeitado	2
2		3
3		3
1	houve mais de um lote rejeitado	3
2		3
3		3

Nota 6: Para os primeiros cinco lotes de uma partida, deve ser adotado o plano de amostragem de acordo com os resultados obtidos na inspeção dos cinco últimos lotes da partida anterior.

6.2.4 Critério estatístico para a estimativa do valor característico da resistência de escoamento

Em casos especiais, mediante acordo entre comprador e fornecedor, respeitadas as demais exigências desta Norma para a categoria mais próxima, o critério de aceitação ou rejeição pode ser o critério estatístico indicado neste item, ou seja, do lote é extraída uma amostra com um número de corpos-de-prova múltiplo de oito.

Nota 7: O valor característico é estimado pela média do oitavo inferior dos valores obtidos nos ensaios.

6.3 Aceitação e rejeição

6.3.1 Aceitação

O lote é aprovado se atender aos seguintes requisitos:

- a) cumprimento ao especificado nas Seções 4 e 5;
- b) resultados satisfatórios dos ensaios de tração e de dobramento de todos os exemplares retirados de acordo com 6.2.1 e 6.2.2.

Nota 8: Se um ou mais destes resultados não atenderem ao estabelecido nesta Norma, deve ser realizada uma contraprova, única, sendo a nova amostra formada conforme indicado em 6.2.3. O lote é aceito, se todos os resultados da contraprova forem satisfatórios;

- c) aceitação na contraprova, das barras emendadas, conforme indicado na ABNT NBR- 6118/80.

6.3.2 Rejeição

O lote é rejeitado se:

- a) não atender ao especificado nas Seções 4 e 5;
- b) no ensaio de contraprova houver pelo menos um resultado que não satisfaça às exigências desta Norma.

6.3.3 Reclassificação do lote

Excepcionalmente, quando adotado o critério estatístico definido em 6.2.4 e o valor característico da resistência de escoamento resultar inferior ao da categoria nominal do lote e acordadas e respeitadas todas as demais exigências entre comprador e fornecedor, podem ser adotadas as seguintes alternativas:

- a) o material é enquadrado em outra categoria; desde que sejam atendidos todos os requisitos desta nova categoria e que não haja possibilidade da marcação conflitar com esta nova categoria;
- b) o valor característico encontrado para a resistência de escoamento pode ser adotado na revisão do projeto estrutural.