

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
7480

Segunda edição
03.09.2007

Válida a partir de
03.03.2008

Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado — Especificação

Steel for the reinforcement of concrete structures – Specification

Palavras-chave: Barras de aço. Armadura para concreto. Concreto.
Fio de aço.

Descriptors: Steel bars. Concrete reinforcement. Concrete. Steel wire.

ICS 77.140.15

ISBN 978-85-07-00649-7



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 7480:2007
13 páginas

©ABNT 2007

ABNT NBR 7480:2007

© ABNT 2007

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito pela ABNT.

Sede da ABNT
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar
20031-901 - Rio de Janeiro - RJ
Tel.: + 55 21 3974-2300
Fax: + 55 21 2220-1762
abnt@abnt.org.br
www.abnt.org.br

Impresso no Brasil

Sumário

Página

| | |
|---|-----------|
| Prefácio..... | iv |
| 1 Escopo..... | 1 |
| 2 Referências normativas..... | 1 |
| 3 Termos e definições..... | 1 |
| 4 Requisitos gerais..... | 2 |
| 4.1 Classificação..... | 2 |
| 4.2 Características geométricas..... | 2 |
| 4.2.1 Configuração geométrica de barras nervuradas – Categoria CA-50..... | 2 |
| 4.2.2 Configuração geométrica de fios – Categoria CA-60..... | 3 |
| 4.2.3 Configuração geométrica de barras lisas – Categoria CA-25..... | 3 |
| 4.3 Defeitos..... | 3 |
| 4.4 Massa e tolerância..... | 3 |
| 4.5 Comprimento e tolerância..... | 4 |
| 4.6 Marcação..... | 4 |
| 4.7 Condições de fornecimento..... | 4 |
| 4.8 Modo de fazer a encomenda..... | 5 |
| 5 Requisitos específicos..... | 5 |
| 5.1 Requisitos de propriedades mecânicas de tração..... | 5 |
| 5.2 Requisitos de propriedades mecânicas de dobramento..... | 5 |
| 5.3 Características complementares..... | 5 |
| 5.4 Soldabilidade..... | 5 |
| 6 Inspeção de recebimento..... | 5 |
| 6.1 Condições de inspeção..... | 5 |
| 6.2 Verificação dos defeitos e do comprimento..... | 6 |
| 6.3 Amostragem..... | 6 |
| 6.3.1 Formação dos lotes..... | 6 |
| 6.3.2 Formação das amostras..... | 6 |
| 6.3.3 Quantidade de amostras..... | 6 |
| 6.4 Corpos-de-prova..... | 6 |
| 6.5 Verificação da configuração geométrica de barras nervuradas da categoria CA-50..... | 7 |
| 6.6 Ensaios..... | 7 |
| 6.6.1 Ensaio de tração..... | 7 |
| 6.6.2 Ensaio de dobramento..... | 7 |
| 6.6.3 Ensaio de determinação do coeficiente de conformação superficial..... | 7 |
| 6.6.4 Ensaio de fadiga..... | 7 |
| 7 Aceitação e rejeição..... | 8 |
| 7.1 Aceitação..... | 8 |
| 7.2 Rejeição..... | 8 |
| 8 Responsabilidade pelo recebimento e aceitação do aço..... | 8 |
| Anexo A (informativo) Configuração geométrica..... | 9 |
| Anexo B (normativo) Tabelas..... | 10 |

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais Temporárias (ABNT/CEET), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da Diretivas ABNT, Parte 2.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) chama atenção para a possibilidade de que alguns dos elementos deste documento podem ser objeto de direito de patente. A ABNT não deve ser considerada responsável pela identificação de quaisquer direitos de patentes.

A ABNT NBR 7480 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Siderurgia (ABNT/CB-28), pela Comissão de Estudo de Produtos Longos (CE-28:000.04). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 01, de 31.01.2007, com o número de Projeto ABNT NBR 7480.

Esta segunda edição cancela e substitui a edição anterior (ABNT NBR 7480:1996), a qual foi tecnicamente revisada, quando da sua entrada em vigor.

Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado — Especificação

1 Escopo

Esta Norma estabelece os requisitos exigidos para encomenda, fabricação e fornecimento de barras e fios de aço destinados a armaduras para estruturas de concreto armado, com ou sem revestimento superficial.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 6118, *Projeto de estruturas de concreto – Procedimento*

ABNT NBR 6153, *Produto metálico – Ensaio de dobramento semiguiado – Método de ensaio*

ABNT NBR 6215, *Produtos siderúrgicos – Terminologia*

ABNT NBR 7477, *Determinação do coeficiente de conformação superficial de barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto armado - Método de ensaio*

ABNT NBR 7478, *Método de ensaio de fadiga de barras de aço para concreto armado*

ABNT NBR ISO 6892, *Materiais metálicos – Ensaio de tração à temperatura ambiente*

ISO 15630-1, *Steel for the reinforcement and prestressing of concrete - Test methods – Part 1: Reinforcing bars wire rod and wire*

3 Termos e definições

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se os termos e definições da ABNT NBR 6215 e os seguintes.

3.1

lote

grupo de barras ou fios de procedência identificada, de mesma categoria e com o mesmo diâmetro nominal, mesmo revestimento superficial e mesma configuração geométrica superficial, apresentado à inspeção como um conjunto unitário, limitado em 30 t e formado conforme 6.3.1.

3.2

corrida

volume de aço que se obtém em cada operação de vazamento de um forno de produção do aço. Designa-se também com este mesmo nome a quantidade de aço que provém de cada uma das panelas em que se recebe o aço do forno, quando este é vazado em duas ou mais panelas. A corrida caracteriza o início do processo de rastreadibilidade do aço.

**3.3
fornecimento**

conjunto de lotes que perfaz a quantidade total da encomenda.

**3.4
diâmetro nominal**

valor que representa o diâmetro equivalente da seção transversal típica do fio ou da barra, expresso em milímetros.

**3.5
massa linear nominal**

valor que representa a massa por unidade de comprimento do fio ou da barra de diâmetro nominal específico, expresso em quilogramas por metro.

**3.6
área nominal**

valor que representa a área da seção transversal do fio ou da barra de diâmetro nominal específico, expresso em milímetros quadrados.

4 Requisitos gerais

4.1 Classificação

4.1.1 Para os efeitos desta Norma, classificam-se como barras os produtos de diâmetro nominal 6,3 mm ou superior, obtidos exclusivamente por laminação a quente sem processo posterior de deformação mecânica¹⁾. Classificam-se como fios aqueles de diâmetro nominal 10,0 mm ou inferior, obtidos a partir de fio-máquina por trefilação ou laminação a frio.

4.1.2 De acordo com o valor característico da resistência de escoamento, as barras de aço são classificadas nas categorias CA-25 e CA-50, e os fios de aço na categoria CA-60.

4.2 Características geométricas

As barras e os fios de aço destinados a armadura para concreto armado devem apresentar homogeneidade quanto às suas características geométricas, conforme estabelecido em 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3 e 6.5.

4.2.1 Configuração geométrica de barras nervuradas – Categoria CA-50

4.2.1.1 As barras da categoria CA-50 são obrigatoriamente providas de nervuras transversais oblíquas, conforme exemplificado na Figura A.1.

4.2.1.2 Os eixos das nervuras transversais oblíquas devem formar, com a direção do eixo da barra, um ângulo entre 45 ° e 75 °.

4.2.1.3 As barras devem ter pelo menos duas nervuras longitudinais, contínuas e diametralmente opostas, que impeçam o giro da barra dentro do concreto, exceto no caso em que as nervuras transversais oblíquas estejam dispostas de forma a se oporem a este giro.

4.2.1.4 Para diâmetros nominais maiores ou iguais a 10,0 mm, a altura média das nervuras transversais oblíquas deve ser igual ou superior a 4 % do diâmetro nominal, e para diâmetros nominais inferiores a 10,0 mm, essa altura deve ser igual ou superior a 2 % do diâmetro nominal.

¹⁾ É permitido o endireitamento do material produzido em rolos.

4.2.1.5 O espaçamento médio das nervuras transversais oblíquas, medido ao longo de uma mesma geratriz, deve estar entre 50 % e 80 % do diâmetro nominal.

4.2.1.6 A projeção das nervuras transversais oblíquas na seção transversal deve abranger pelo menos 85 % do perímetro nominal da seção transversal da barra.

NOTA As especificações de 4.2.1.1 a 4.2.1.6 são ilustradas no desenho esquemático da Figura A.1.

4.2.1.7 Outras configurações geométricas de barras nervuradas diferentes da exemplificada na Figura A.1 podem ser utilizadas, desde que atendam ao disposto em 4.2.1.1 a 4.2.1.3 e ao coeficiente de conformação superficial mínimo estabelecido na Tabela B.3.

4.2.1.8 Os valores do coeficiente de conformação superficial para cada diâmetro são determinados através de ensaios em laboratório, conforme descrito em 6.6.3, e devem atender aos parâmetros mínimos de aderência que constam na Tabela B.3. Na falta destes, para barras de diâmetro menor que 10,0 mm, deve-se adotar o coeficiente de conformação superficial igual a 1 ($\eta = 1$).

4.2.2 Configuração geométrica de fios – Categoria CA-60

4.2.2.1 Os fios podem ser lisos, entalhados ou nervurados, observando-se o atendimento ao coeficiente de conformação superficial mínimo que consta na Tabela B.3.

4.2.2.2 Os fios de diâmetro nominal igual a 10,0 mm devem ter obrigatoriamente entalhes ou nervuras.

4.2.2.3 Os valores do coeficiente de conformação superficial para cada diâmetro são determinados através de ensaios em laboratório, conforme descrito em 6.6.3, e devem atender ao coeficiente de conformação superficial mínimo que consta na Tabela B.3.

4.2.3 Configuração geométrica de barras lisas – Categoria CA-25

A categoria CA-25 deve ter superfície obrigatoriamente lisa, desprovida de quaisquer tipos de nervuras ou entalhes. Deve-se adotar como coeficiente de conformação superficial para todos os diâmetros valor igual a 1 ($\eta = 1$).

4.3 Defeitos

As barras e os fios de aço destinados a armaduras de concreto armado devem ser isentos de defeitos prejudiciais, tais como: esfoliação (escamas), corrosão, manchas de óleo, redução de seção e fissuras transversais.

Uma oxidação do produto pode ser admitida quando for superficial, sem comprometimento de sua conformação geométrica.

Em caso de dúvida quanto à gravidade dos defeitos observados, o material deve ser submetido a ensaios para a comprovação de suas propriedades.

NOTA O grau de oxidação permitido é caracterizado quando, após sua remoção com um tecido grosseiro ou escova qualquer, não se observem evidências de corrosão.

4.4 Massa e tolerância

A massa real das barras e fios deve ser igual à sua massa linear nominal, com as tolerâncias indicadas, respectivamente, nas Tabelas B.1 e B.2.

NOTA Para efeito de cálculo, a massa linear nominal da barra ou do fio (em quilogramas por metro) é obtida pelo produto da área da seção nominal em metros quadrados por $7\,850\text{ kg/m}^3$.

4.5 Comprimento e tolerância

4.5.1 O comprimento de fornecimento das barras e fios retos deve ser de 12 m e a tolerância de $\pm 1\%$.

4.5.2 O fornecimento de outros comprimentos de barras e fios deve ser acordado entre o fornecedor e o consumidor, mantendo-se a mesma tolerância de $\pm 1\%$.

4.6 Marcação

4.6.1 As barras nervuradas e os fios nervurados devem ser identificados através de marcas de laminação em relevo, indicando de forma legível o nome e/ou a marca do produtor, a categoria do material e o respectivo diâmetro nominal.

4.6.2 Os fios lisos e entalhados da categoria CA-60 devem ser identificados através de marcas em relevo, indicando a categoria do material e o respectivo diâmetro nominal. A identificação do produtor deve ser feita através de marcas em relevo ou por etiqueta.

4.6.3 A identificação de barras lisas da categoria CA-25 deve ser feita por etiqueta indicando o produtor, a categoria do material e o respectivo diâmetro nominal.

4.7 Condições de fornecimento

4.7.1 As barras e fios são fornecidos em peças, feixes, rolos ou conforme acordo mútuo entre fornecedor e comprador, registrado no ato da encomenda.

4.7.2 O produto fornecido em feixe ou rolo deve ter etiqueta firmemente afixada, contendo no mínimo as seguintes indicações gravadas de modo legível e indelével:

- a) nome do produtor e identificação da unidade produtora;
- b) categoria;
- c) diâmetro nominal em milímetros;
- d) comprimento, em metros, quando aplicável;
- e) massa em quilogramas, ou número de peças;
- f) identificação para a rastreabilidade ao processo produtivo.

4.7.3 O produto fornecido em peças ou massa pelo comércio atacadista deve ter em seu documento de expedição ou venda no mínimo as seguintes informações:

- a) categoria;
- b) diâmetro nominal em milímetros;
- c) comprimento, em metros quando aplicável;
- d) massa em quilogramas ou número de peças;
- e) identificação para a rastreabilidade ao processo produtivo.

4.8 Modo de fazer a encomenda

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

- a) número desta Norma;
- b) diâmetro nominal, em milímetros categoria da barra ou do fio e, no caso de fios, se liso, nervurado ou entalhado;
- c) quantidade, em unidade de massa ou peças;
- d) comprimento em metros, se aplicável;
- e) embalagem (feixe, feixe dobrado, rolo)²⁾;
- f) outros requisitos adicionais aos indicados nesta Norma.

5 Requisitos específicos

5.1 Requisitos de propriedades mecânicas de tração

Os requisitos de propriedades mecânicas de tração são dados na Tabela B.3.

5.2 Requisitos de propriedades mecânicas de dobramento

Não deve ocorrer ruptura ou fissuração na zona tracionada do corpo-de-prova quando este for dobrado a 180 °, em um pino com diâmetro conforme a Tabela B.3.

5.3 Características complementares

5.3.1 Por acordo mútuo entre comprador e o fornecedor podem ser especificados requisitos relativos às propriedades de aderência.

5.3.2 Se julgar necessário, em função de condições específicas, o comprador pode solicitar o atendimento a requisitos relativos às características de resistência à fadiga.

5.4 Soldabilidade

A soldabilidade, quando requerida, deve atender ao estabelecido na ABNT NBR 6118.

6 Inspeção de recebimento

6.1 Condições de inspeção

6.1.1 Por acordo prévio entre fornecedor e comprador, este último deve ter livre acesso aos locais em que as peças encomendadas estejam estocadas, tendo o direito de inspecioná-las. A inspeção pode ser feita diretamente pelo comprador ou através de inspetor credenciado.

6.1.2 O fornecedor deve proporcionar todas as facilidades para que o inspetor possa certificar-se de que as peças estão em conformidade com esta Norma.

²⁾ Por exemplo: feixes de 3 t.

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

6.2 Verificação dos defeitos e do comprimento

O inspetor deve verificar os defeitos e o comprimento do material em estado normal de fornecimento, conforme 4.3 e 4.5.

6.3 Amostragem

Para verificação das propriedades mecânicas e características próprias das barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado prescritas nesta Norma, deve ser feita uma amostragem conforme 6.3.1 a 6.3.3.

6.3.1 Formação dos lotes

6.3.1.1 As barras ou fios de cada fornecimento devem ser repartidos em lotes aproximadamente iguais e perfeitamente identificáveis, cujas massas máximas não excedam 30 t.

6.3.1.2 Os rolos de cada fornecimento devem ser repartidos em lotes aproximadamente iguais e perfeitamente identificáveis, cujas massas máximas não excedam 30 t.

6.3.1.3 Quando nas obras ou nos fornecedores não houver possibilidade de identificação da corrida, cabe ao inspetor orientar a formação de lotes para inspeção, cujas massas não superem os valores indicados na Tabela B.4.

6.3.2 Formação das amostras

Cabe ao comprador ou ao seu inspetor, em cada partida, extrair aleatoriamente amostras de comprimento de, no mínimo, 1,5 m, identificá-las e enviá-las ao laboratório para ensaios.

6.3.3 Quantidade de amostras

6.3.3.1 Lotes identificados

Lotes identificados são aqueles em que é possível garantir a sua rastreabilidade até a produção.

A amostra representativa de cada lote é composta por três exemplares. Se a amostra não satisfizer os requisitos especificados em 7.1, deve ser feita uma contraprova, sendo a amostra representativa de cada lote composta por seis novos exemplares.

6.3.3.2 Lotes não identificados

Lotes não identificados são aqueles em que não é mais possível garantir a sua rastreabilidade até a produção.

A amostra representativa de cada lote é composta por seis exemplares. Se a amostra não satisfizer os requisitos especificados em 7.1, deve ser feita uma contraprova, sendo a amostra representativa de cada lote composta por 12 novos exemplares.

6.4 Corpos-de-prova

6.4.1 Cabe ao laboratório receber a amostra identificada e preparar os corpos-de-prova.

6.4.2 Nestes corpos-de-prova, a determinação da massa real deve ser feita conforme 4.4.

6.4.3 Os corpos-de-prova para os ensaios de tração e dobramento devem ser retirados de segmentos de barras ou fios de comprimento adequado. A área da seção transversal de uma barra ou fio é adotada igual à de uma barra cilíndrica que possua a mesma massa por unidade de comprimento.

6.5 Verificação da configuração geométrica de barras nervuradas da categoria CA-50

6.5.1 As barras nervuradas da categoria CA-50 devem atender ao especificado em 4.2.1.

6.5.2 O espaçamento médio entre as nervuras transversais oblíquas deve ser determinado dividindo-se um comprimento ocupado por 10 espaços contínuos do corpo-de-prova por 10. Na determinação do espaçamento médio devem ser tomadas medidas de crista a crista da primeira à décima primeira nervura.

6.5.3 A altura média das nervuras transversais oblíquas deve ser determinada escolhendo-se 10 nervuras não sucessivas de cada lado do corpo-de-prova. Em cada nervura devem ser executadas três medidas, sendo uma no meio da nervura e as outras duas a um quarto e três quartos do comprimento da nervura.

6.5.4 As medidas concernentes à configuração geométrica devem ser executadas no corpo-de-prova da amostra retirada conforme 6.3.2.

6.6 Ensaios

6.6.1 Ensaio de tração

6.6.1.1 O ensaio de tração deve ser realizado de acordo com as ABNT NBR ISO 6892 e ISO 15630-1. O comprimento inicial L_0 é igual a 10 diâmetros nominais, não sendo permitido o uso de corpo-de-prova usinado.

6.6.1.2 A resistência de escoamento de barras e fios de aço pode ser caracterizada por um patamar no diagrama tensão-deformação ou calculada pelo valor da tensão sob carga correspondente à deformação permanente de 0,2 %.

6.6.1.3 A resistência de escoamento de barras e fios de aço pode ser também calculada pelo valor da tensão sob carga correspondente à deformação de 0,5%. Em caso de divergência, prevalece o valor obtido em 6.6.1.2.

6.6.2 Ensaio de dobramento

Este ensaio deve ser realizado de acordo com a ABNT NBR 6153, com a ressalva de que os apoios para a realização deste ensaio devem permitir o livre movimento dos corpos-de-prova.

6.6.3 Ensaio de determinação do coeficiente de conformação superficial

6.6.3.1 O coeficiente de conformação superficial deve ser determinado de acordo com a ABNT NBR 7477.

6.6.3.2 Pode-se adotar o coeficiente de conformação superficial constante na Tabela B.3 para barras nervuradas quando a avaliação da configuração geométrica atender ao descrito em 4.2.

6.6.3.3 Os resultados alcançados neste ensaio podem ser estendidos a configurações geométricas semelhantes, com tolerância em relação à barra ensaiada de 10% nas medidas lineares e nos ângulos.

6.6.4 Ensaio de fadiga

Este ensaio, quando solicitado pelo comprador, deve ser realizado de acordo com a ABNT NBR 7478.

7 Aceitação e rejeição

7.1 Aceitação

7.1.1 O lote é aprovado se atender:

- aos requisitos especificados em 4.3, 4.4 e 4.6; e;
- aos resultados satisfatórios dos ensaios de tração e dobramento de todos os exemplares individuais retirados conforme 6.3. No caso de lotes não identificados, os resultados do ensaio de tração devem atender à expressão:

$$f_{yk,est} \geq f_{yk}$$

onde:

f_{yk} é a resistência característica de escoamento estabelecida para cada categoria segundo a Tabela B.3.

$$f_{yk,est} = 2 \frac{f_{y1} + f_{y2} + \dots + f_{ym-1}}{m-1} - f_{ym}$$

em que:

$m = 3$ para 6 amostras e 6 para 12 amostras

e f_{y1} a f_{yn} são os resultados individuais obtidos para tensão de escoamento no ensaio à tração, ordenados de forma crescente ($f_{y1} \leq f_{y2} \leq \dots \leq f_{ym} \leq \dots \leq f_{yn}$), não se podendo adotar para $f_{yk,est}$ valor inferior ao produto $\psi_6 \times f_{y1}$, sendo $\psi_6 = 0,92$ para 6 amostras e $\psi_6 = 0,99$ para 12 amostras.

7.1.2 Se um ou mais dos requisitos e resultados de ensaios referidos em 7.1.1 não atender ao estabelecido nesta Norma, deve ser realizada uma contraprova única, sendo a nova amostra formada conforme indicado em 6.3.3. Se os resultados da contraprova atenderem integralmente ao disposto em 7.1.1, o lote é aceito.

7.1.3 Os ensaios de aderência e de fadiga não são considerados ensaios de recebimento e são realizados somente para caracterizar o material.

NOTA É facultado ao fornecedor o direito de acompanhar a amostragem e os ensaios de contraprova.

7.2 Rejeição

O lote é rejeitado se ocorrer pelo menos uma das seguintes condições:

- não atender ao especificado em 4.3, 4.4 e 4.6;
- no ensaio de contraprova houver pelo menos um resultado que não satisfaça as exigências desta Norma;
- não atender à expressão constante em 7.1.1 b) para lotes não identificados (ver 6.3.3.2).

8 Responsabilidade pelo recebimento e aceitação do aço

Os responsáveis pelo recebimento e aceitação do aço são o proprietário da obra e o responsável técnico da obra, designado pelo proprietário.

Anexo A
(informativo)

Configuração geométrica

Conforme Figura A.1.

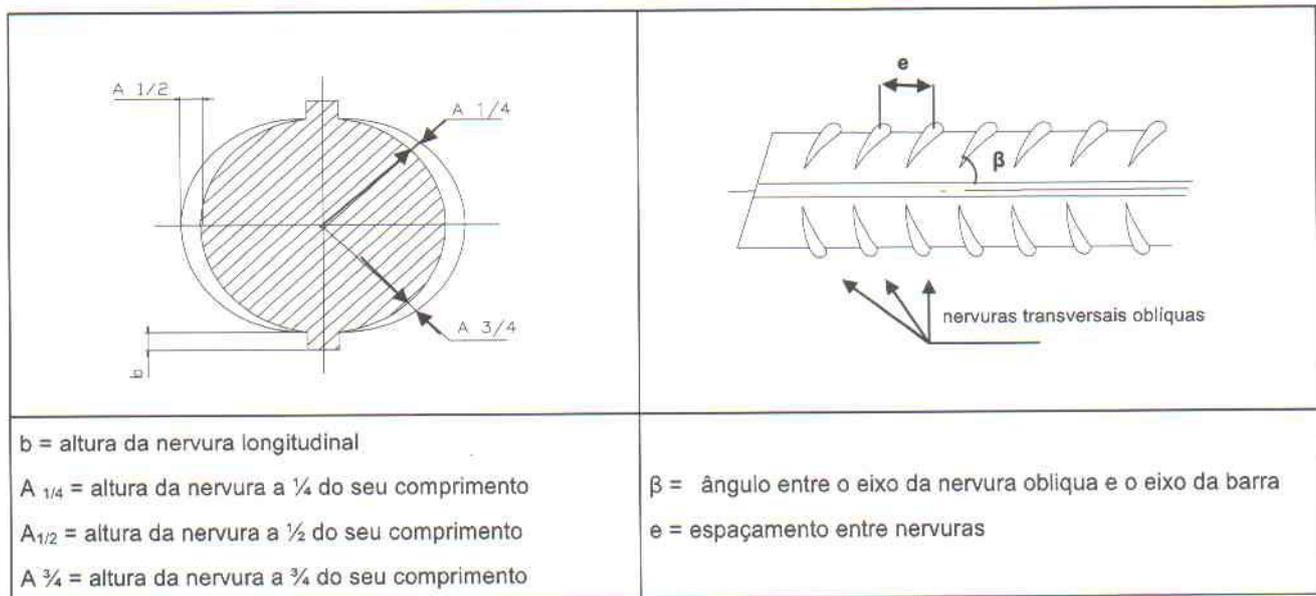


Figura A.1 — Exemplo de configuração geométrica com nervuras transversais oblíquas em dois lados da barra e nervuras longitudinais

Anexo B (normativo)

Tabelas

Tabela B.1 — Características das barras

| Diâmetro nominal ^a mm | Massa e tolerância por unidade de comprimento | | Valores nominais | | |
|-------------------------------------|---|------------------------------------|---|----------------------------------|-----------------|
| | Barras | Massa nominal ^b kg/m | Máxima variação permitida para massa nominal | Área da seção mm ² | Perímetro mm |
| 6,3 | | 0,245 | ± 7% | 31,2 | 19,8 |
| 8,0 | | 0,395 | ± 7% | 50,3 | 25,1 |
| 10,0 | | 0,617 | ± 6% | 78,5 | 31,4 |
| 12,5 | | 0,963 | ± 6% | 122,7 | 39,3 |
| 16,0 | | 1,578 | ± 5% | 201,1 | 50,3 |
| 20,0 | | 2,466 | ± 5% | 314,2 | 62,8 |
| 22,0 | | 2,984 | ± 4% | 380,1 | 69,1 |
| 25,0 | | 3,853 | ± 4% | 490,9 | 78,5 |
| 32,0 | | 6,313 | ± 4% | 804,2 | 100,5 |
| 40,0 | | 9,865 | ± 4% | 1256,6 | 125,7 |

^a Outros diâmetros nominais podem ser fornecidos a pedido do comprador, mantendo-se as faixas de tolerância do diâmetro mais próximo.

^b A densidade linear de massa (em quilogramas por metro) é obtida pelo produto da área da seção nominal em metros quadrados por 7 850 kg/m³.

Tabela B.2 — Características dos fios

| Diâmetro nominal ^a mm | Massa e tolerância por unidade de comprimento | | Valores nominais | |
|-------------------------------------|---|------------------------------------|---|----------------------------------|
| | Fios | Massa nominal ^b kg/m | Máxima variação permitida para massa nominal | Área da seção mm ² |
| 2,4 | 0,036 | ± 6% | 4,5 | 7,5 |
| 3,4 | 0,071 | ± 6% | 9,1 | 10,7 |
| 3,8 | 0,089 | ± 6% | 11,3 | 11,9 |
| 4,2 | 0,109 | ± 6% | 13,9 | 13,2 |
| 4,6 | 0,130 | ± 6% | 16,6 | 14,5 |
| 5,0 | 0,154 | ± 6% | 19,6 | 15,7 |
| 5,5 | 0,187 | ± 6% | 23,8 | 17,3 |
| 6,0 | 0,222 | ± 6% | 28,3 | 18,8 |
| 6,4 | 0,253 | ± 6% | 32,2 | 20,1 |
| 7,0 | 0,302 | ± 6% | 38,5 | 22,0 |
| 8,0 | 0,395 | ± 6% | 50,3 | 25,1 |
| 9,5 | 0,558 | ± 6% | 70,9 | 29,8 |
| 10,0 | 0,617 | ± 6% | 78,5 | 31,4 |

^a Outros diâmetros nominais podem ser fornecidos a pedido do comprador, mantendo-se as faixas de tolerância do diâmetro mais próximo.

^b A densidade linear de massa (em quilogramas por metro) é obtida pelo produto da área da seção nominal em metros quadrados por 7 850 kg/m³.

Tabela B.3 — Propriedades mecânicas exigíveis de barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado

| Categoria | Valores mínimos de tração | | | | Ensaio de dobramento a 180 ° | | Aderência | |
|-----------|---|--|--|---|------------------------------|----------------|---|-------------------|
| | Resistência característica de escoamento ^a f_{yk} MPa ^e | Limite de resistência ^b f_{st} MPa ^f | Alongamento após ruptura em 10 Φ ^c A % | Alongamento total na força máxima ^d A_{gt} % | Diâmetro do pino mm | | Coeficiente de conformação superficial mínimo η | |
| | | | | | $\phi < 20$ | $\phi \geq 20$ | $\Phi > 10$ mm | $\Phi \geq 10$ mm |
| CA-25 | 250 | 1,20 f_y | 18 | - | 2 ϕ | 4 ϕ | 1,0 | 1,0 |
| CA-50 | 500 | 1,08 f_y | 8 | 5 | 3 ϕ | 6 ϕ | 1,0 | 1,5 |
| CA-60 | 600 | 1,05 f_y ^c | 5 | - | 5 ϕ | - | 1,0 | 1,5 |

^a Valor característico do limite superior de escoamento f_{yk} da ABNT NBR 6118 obtido a partir do LE ou δ_e da ABNT NBR ISO 6892.

^b O mesmo que resistência convencional à ruptura ou resistência convencional à tração (LR ou δ_t da ABNT NBR ISO 6892).

^c Φ é o diâmetro nominal, conforme 3.4.

^d O alongamento deve ser atendido através do critério de alongamento após ruptura (A) ou alongamento total na força máxima (A_{gt}).

^e Para efeitos práticos de aplicação desta Norma, pode-se admitir 1 MPa = 0,1 kgf/mm².

^f f_{st} mínimo de 660 MPa.

Tabela B.4 — Massa máxima dos lotes (t) para inspeção, para lotes não identificados

| Diâmetro nominal mm | | Categoria do aço | |
|------------------------|--------|------------------|--------------|
| Fios | Barras | CA-25 | CA-50; CA-60 |
| 2,4 | - | - | 4 |
| 3,4 | - | - | 4 |
| 3,8 | - | - | 4 |
| 4,2 | - | - | 4 |
| 4,6 | - | - | 4 |
| 5,0 | - | - | 4 |
| 5,5 | - | - | 5 |
| 6,0 | - | - | 5 |
| - | 6,3 | 8 | 5 |
| 6,4 | - | - | 5 |
| 7,0 | - | - | 6 |
| 8,0 | 8,0 | 10 | 6 |
| 9,5 | - | - | 6 |
| 10,0 | 10,0 | 13 | 8 |
| - | 12,5 | 16 | 10 |
| - | 16,0 | 20 | 13 |
| - | 20,0 | 25 | 16 |
| - | 22,0 | 25 | 20 |
| - | 25,0 | 25 | 20 |
| - | 32,0 | 25 | 25 |
| - | 40,0 | 25 | 25 |