

5.1 CONCRETO

Armaduras são elementos destinados a dar resistência à estrutura de concreto na fase de sua execução, principalmente quanto aos esforços de tração e flexão. Elas devem obedecer a certos critérios de execução, pois podem interferir de maneira significativa na estabilidade estrutural do elemento a ser concretado.

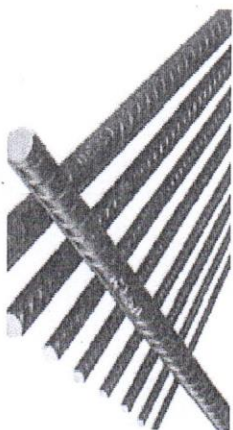


Figura 5.1 - Fonte: www.comercialgerdau.com.br/produtos/catalogo.asp em 15/06/2008.

5.2 CATEGORIAS E CLASSES

No mercado da construção civil encontramos os seguintes aços:

- **CA-25:** de grande maleabilidade, utilizado principalmente como tirante em formas para concreto armado.
- **CA-50:** utilizado como elemento constituinte do concreto armado, principalmente nas barras longitudinais.
- **CA-60:** também utilizado no concreto armado, porém preferencialmente usado na confecção de estribos.

Na tabela a seguir, os números após a sigla CA, que corresponde a Concreto Armado, significam o valor da tensão de escoamento de cada tipo de aço.

Tabela 5.1

Aço	Tensão de escoamento
CA 25	2.500 kg/cm ² ou 250 MPa
CA 50	5.000 kg/cm ² ou 500 MPa
CA 60	6.000 kg/cm ² ou 600 MPa

As barras de aços da construção civil são também classificadas com os tipos A e B, sendo A aquelas barras obtidas no final da laminação quente e do tipo B as barras que sofrem processo de encruamento a frio.

5.3 COBRIMENTO DA ARMADURA

Toda peça de concreto está sujeita a microfissuras que variam de 1 a 20 mm de profundidade, por onde a umidade ou agentes agressivos podem penetrar, atingindo a armadura e provocando corrosão interna na estrutura, o que compromete a estabilidade do elemento estrutural.

Para a proteção da armadura é necessário que haja uma camada de concreto cobrindo toda a armadura externa, ou seja, uma camada entre o ferro e a face da peça de concreto.

A NBR 6118 (2008) estipula os recobrimentos mínimos das armaduras em função da agressividade ambiental. A seguir apresentamos tabelas com essas correspondências:

Tabela 5.2

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classe de agressividade ambiental		Risco de deteriorização da estrutura
		Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto		
I	Fraca	Rural	Submersa	Insignificante
		Urbana		
II	Moderada	Marinha	Industrial	Pequeno
III	Forte	Industrial		
IV	Muito forte	Respingos de maré		Elevado

Nota do autor: Para dados adicionais, deve-se consultar a referida norma.

Tabela 5.3

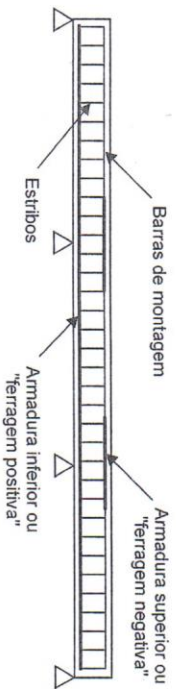
Relação entre classe de agressividade ambiental e cobrimento da armadura	Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental			
			I	II	III	IV
Concreto armado	Laje	Viga/pilar	20	25	35	45
			25	30	40	50
Concreto protendido	Todos		30	35	45	55

Nota do autor: Para dados adicionais, deve-se consultar a referida norma.

5.4 ARMADAÇÃO TÍPICA PARA CONCRETO

O posicionamento das barras de aço (armação) é em função dos diagramas de esforços solicitantes, principalmente os de flexão e tração. Genericamente podemos ilustrar, para as principais peças estruturais, estes posicionamentos:

• Vigas



Barras de montagem: necessárias para o posicionamento da ferragem
 Estribos: dimensionados, principalmente, para os esforços cortantes
 Armadura superior: dimensionada, principalmente, em função dos momentos fletores "negativos"
 Armadura inferior: dimensionada, principalmente, em função dos momentos fletores "positivos"

Figura 5.2

Observação

Muitas vezes a armadura superior é estendida para ser usada também como barra de montagem.

• Pilares

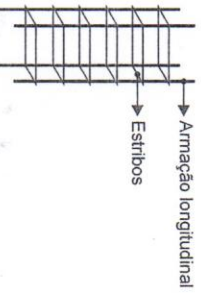


Figura 5.3

• Armadura típica para sapata

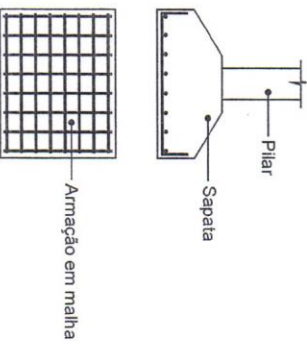


Figura 5.4

5.5 INTERPRETAÇÃO DAS NOMENCLATURAS EM PROJETO

Os projetos de estrutura possuem, além das dimensões do elemento estrutural (largura, altura e comprimento), a distribuição da armadura de aço no interior da peça.

Cada componente da armadura recebe uma identificação composta de um desenho específico que mostra as dimensões a serem formatadas na dobra, uma numeração que identifica a posição do elemento na armadura, a quantidade dos elementos, o diâmetro (ou bitola) do aço e ainda o comprimento total de cada elemento que é utilizado para o corte.

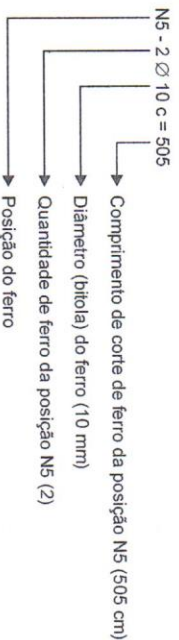


Figura 5.5

Vejam os ainda o exemplo de uma viga:

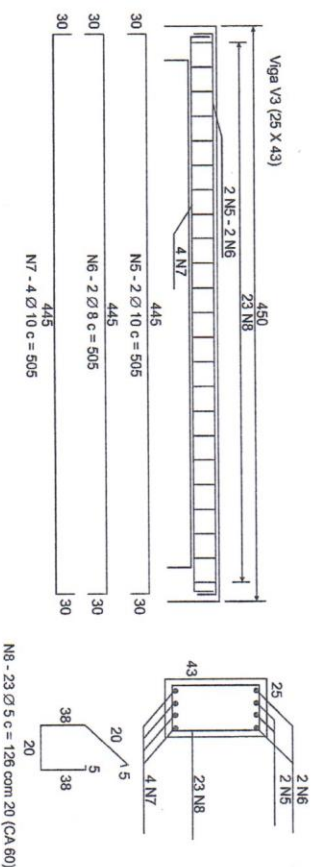


Figura 5.6

5.6 TIPOS DE SUPERFÍCIE

O concreto armado, quando solicitado, faz com que o aço tenha uma condição de desprender-se ou "escorregar" por dentro do concreto. Para que essa ação tenha menor efeito, ou seja, para que o aço possua maior aderência e maior atrito com o concreto, as barras de aço são providas de saliências (ou mossas).



Figura 5.7

5.7 COMERCIALIZAÇÃO

Encontramos as barras no comprimento de 12 m e as bitolas mais finas (3,2 e 4 mm) podem ser encontradas em rolos. A tabela seguinte apresenta os tipos fabricados em função da bitola e os diâmetros de comercialização.

Tabela 5.4

Ø (mm)	3,2	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	22	25
CA 50				•	•	•	•	•	•	•	•
CA 60	•	•	•	•	•	•					
Peso (kg/m)	0,06	0,10	0,16	0,25	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5	3,0	4,0
Seção (cm ²)	0,080	0,125	0,200	0,315	0,500	0,800	1,250	2,000	3,150	3,880	5,000

5.8 ARAMES PARA AMARRAÇÃO

Aspecto importante no projeto estrutural do concreto armado é o posicionamento adequado das barras de aço dentro do elemento estrutural. As barras são posicionadas segundo os esforços solicitantes e de acordo com a região do elemento estrutural. São fabricados "estribos" com a finalidade de posicionamento das barras de aço, além de receber influência de alguns esforços solicitantes.

Para a amarração das barras de aço normalmente são utilizados fios de arames recozidos. O arame recozido é produzido com aço de baixo teor de carbono, por trelição, e posteriormente recebe um tratamento térmico controlado (recozimento), adquirindo resistência à tração e maleabilidade.

É empregado, principalmente, nas amarrações de armadura para concreto armado e pode ser fornecido em rolos de 60 kg, 35 kg e 1 kg.

A seguir vemos uma tabela de referência dos diferentes diâmetros de fios de arames recozidos. **Normalmente, na amarração das armaduras é utilizado o arame BWG nº 18 do tipo recozido, reforçado em fio duplo.**

Tabela 5.5

BWG (Ø)	Diâmetro nominal (mm)	Massa nominal (kg/m)
4	6,05	0,226
7	4,76	0,129
8	4,19	0,108
10	3,4	0,071
12	2,77	0,047
14	2,11	0,027
16	1,65	0,017
18	1,25	0,01

5.9 NOMENCLATURAS USUAIS

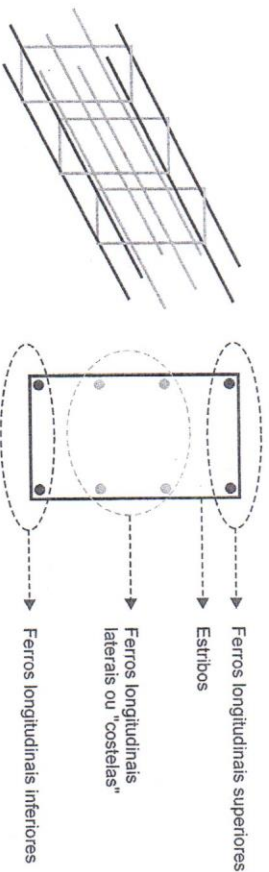


Figura 5.8

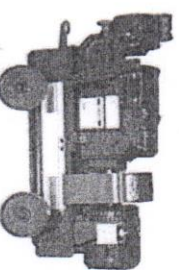
Observação

Em obras, é comum a denominação dos ferros superiores como "ferragem negativa" e os ferros inferiores como "ferragem positiva", porém é referente à posição dos ferros na estrutura segundo o gráfico de momentos fletores obtido no cálculo dos esforços solicitantes.

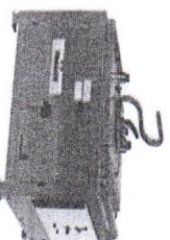
5.10 MÁQUINAS DE CORTE E DOBRA

Para a execução de obras de médio e grande portes, além do corte e da dobra das armaduras por processo manual, usam-se com grande eficácia e qualidade, com ganho de desempenho e produtividade, máquinas hidráulicas ou elétricas destinadas ao corte e à dobra das armaduras. São máquinas posicionadas estrategicamente no pátio de armação com a finalidade de organização da produção de larga escala.

A seguir observe um exemplo das máquinas de corte e de dobra.



Máquina de corte, modelo SOGEMAT 25



Máquina de dobra, modelo NEOCOUDE 25

Figura 5.9 - Fonte: www.trilior.com.br em 29/06/2008.