

DOBRAMENTO DE AÇO PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Nas palestras que a Belgo Mineira apresenta sobre vergalhões, as principais dúvidas são sempre referentes à execução do dobramento do CA50 nas obras e os cuidados a tomar quando se executa esta dobra. Este artigo tem como proposta orientar a execução do dobramento utilizando as normas técnicas existentes.

AÇO OU FERRO

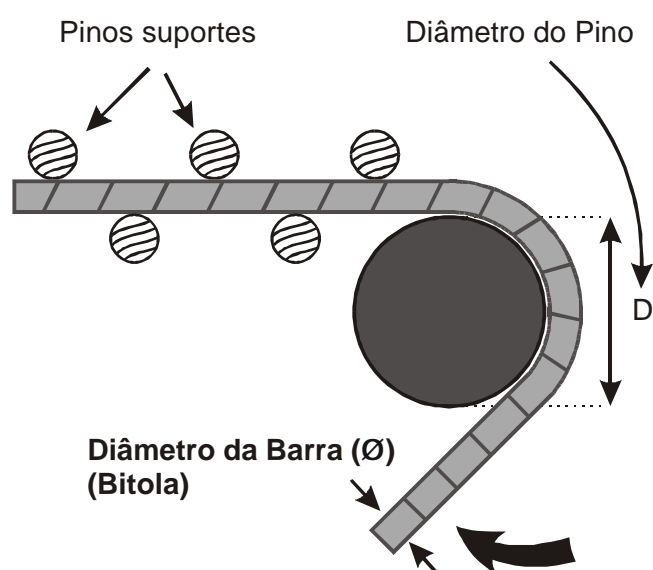
Antes de passarmos ao assunto principal pode ser que algumas pessoas vendo o título do artigo tenham ficado confusas; afinal o mercado costuma usar mais o termo ferro quando se refere a vergalhão e aqui estamos usando o termo aço, por que?

Vamos tentar esclarecer: a diferença principal entre aço e ferro é a quantidade de carbono: na composição química do ferro, o teor de carbono é maior ou igual a 2,04% e no aço este teor é menor do que 2,04%. CA25, CA50 e CA 60 possuem teor de carbono que varia de 0,08% até 0,50% dependendo do material, e portanto a denominação técnica correta é aço. É claro que o termo ferro está tão enraizado no mercado que todos entendem e aceitam quando o usamos.

ESQUEMA DO DOBRAMENTO

Vamos mostrar um desenho esquemático de uma mesa de dobramento vista por cima e descrever os elementos principais que a compõem, o que vai facilitar o entendimento futuro das tabelas apresentadas:

- **Pinos suportes:** Servem de apoio quando se faz força para dobrar a barra e impedem que a mesma escape da mesa.
- **Diâmetro da Barra:** É a bitola da barra que está sendo dobrada.
- **Pino:** É o ponto onde se faz o dobramento da barra; o diâmetro interno da dobra será aproximadamente igual ao diâmetro do pino. É bom lembrar que sempre que se fala em pino de dobramento estamos nos referindo a este e não ao pino suporte.
- **Seta ou flecha:** Indica o sentido em que se faz força para dobrar a barra.



EXECUÇÃO DO DOBRAMENTO

Existem alguns problemas que dificultam a utilização de material no Brasil e entre eles podemos citar a não divulgação de normas técnicas específicas, ao pessoal de nível operacional, e a falta de procedimentos escritos para execução de um determinado serviço.

Isto quando aplicado ao trabalho de dobrar barras para armadura gera dificuldade. Em algumas obras são utilizados pinos de 10 mm (3/8") ou 12,5 mm (1/2") para dobrar todos os diâmetros de barras, em outras dobra-se em pinos do mesmo diâmetro da barra a ser dobrada, e em ainda outras é utilizada qualquer medida de pino preocupando-se apenas que a barra não se quebre durante a execução do dobramento.

Na realidade existe uma norma, a NBR 6118 - " Projeto e execução de obras de concreto armado" da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) que determina as condições que devem ser obedecidas no projeto, na execução e no controle de obras de concreto armado e nos seus itens **6.3.4.1** e **10.3** informa o diâmetro mínimo do pino a se utilizar no dobramento de barras.

De acordo com esta norma os diâmetros **mínimos** dos pinos devem ser:

Bitola da barra a dobrar	Diâmetro do pino para cada categoria do aço		
	CA25	CA50	CA60
▪ menor que 20 mm*	4 Ø	5 Ø	6 Ø
▪ igual ou maior que 20 mm	5 Ø	8 Ø	-

Ø = diâmetro nominal da barra

* No caso de estribos de bitola não superior a 10, o diâmetro mínimo será de 3Ø.

Para facilitar o uso e permitir a retirada de cópias, apresentamos uma tabela que indica o diâmetro mínimo do pino para cada bitola de aço utilizado.

Bitola (mm)	Diâmetro mínimo dos pinos de dobramento (mm)		
	CA25	CA50	CA60
3,4			20
4,2			25
5,0			30
6,0			36
6,3	25	32	
7,0			42
8,0	32	40	48
9,5			57
10	40	50	
12,5	50	63	
16	64	80	
20	100	160	
22	110	176	
25	125	200	
32	160	256	

Devemos observar que as indicações de norma visam a obtenção de um produto final (aço dobrado) seguro, que não ofereça riscos, prevenindo quebra ou fragilidade na região da dobra e não expondo a construção a riscos.

Este é um dos cuidados principais a se tomar no dobramento: nós devemos sempre utilizar pinos de dobramento de acordo com a norma. Muitos não seguem esta orientação e afirmam que o dobramento em pino de menor diâmetro, desde que a barra de aço não quebre, não provoca qualquer tipo de problema.

No entanto, o dobramento em condições mais agressivas pode fragilizar o material em parte da região da dobra seja por ter utilizado quase toda resistência do aço para dobrá-lo em pinos menores, que exigem maior esforço, seja por provocar pequenas trincas ou fissuras nas bases das nervuras, o que diminui a área resistente da barra. Observe que nestes casos se a barra não quebrou é muito pior do que se ela tivesse quebrado pois seria retirada da mesa de dobramento e não iria para a armadura.

A barra com problema irá compor a armadura e ocorrendo alguma sobrecarga acidental na estrutura a fragilização pode acontecer neste ponto.

Outros cuidados são deixar uma folga entre o pino de dobramento e os pinos suportes

evitando amassar e estrangular o vergalhão durante a execução da dobra e observar o diâmetro dos pinos suportes (ver esquema) que não devem ser muito finos em relação à bitola do aço a ser dobrado. Como as nervuras do CA50 são altas, estas podem "agarrar" nos pinos suportes, quando finos, e travar ao fazer o dobramento; como a barra não desliza acabamos "rasgando" a mesma e provocando quebra ou o aparecimento de trincas ou fissuras. Isto acontece mesmo quando utilizando pino de dobramento correto pois é um problema do processo de dobramento e não do vergalhão utilizado. Não existe nenhuma indicação de norma que determine o diâmetro do pino suporte, temos que nos basear na observação do trabalho e na experiência pessoal.

Cuidado também deve ser tomado em algumas regiões do Brasil com temperaturas mais baixas, onde podem ocorrer quebras de material mesmo quando se utiliza pino de diâmetro correto; nestes casos deve-se, quando possível, evitar dobrar o material logo de manhã, esperando subir a temperatura do ambiente, ou então tentar dobrar o material mais devagar ou em pinos de diâmetros maiores.

As indicações aqui tratadas tendem a dar uma maior segurança na execução do dobramento de vergalhões e eliminar as quebras.

CONTROLE DO DOBRAMENTO NAS SIDERÚRGICAS

Quando estamos falando sobre a fabricação de CA25, CA50 e CA60 a norma aplicada é a ABNT NBR 7480 - " Barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto armado" onde as exigências de dobramento no laboratório de ensaio são as seguintes:

Bitola da barra a dobrar	Diâmetro do pino para cada categoria do aço		
	CA25	CA50	CA60
▪ menor que 20 mm	2 Ø	4 Ø	5 Ø
▪ igual ou maior que 20 mm	4 Ø	6 Ø	-

Todos os grandes fabricantes fazem o ensaio de dobramento em seus laboratórios conforme as indicações desta norma, e só após aprovação liberam o material aos clientes. Podemos observar que as condições de dobramento nesta norma são mais rígidas do que na NBR 6118 dando segurança ao usuário de que o material enviado ao mercado não apresenta qualquer anomalia se corretamente trabalhado. Outros pontos que também permitem que o dobramento desta norma seja em pino mais apertado que a NBR 6118 são:

- No laboratório de ensaio da siderúrgica a temperatura ambiente é melhor controlada;

- A aplicação da força de dobramento é constante e homogênea no laboratório;
- Os pinos suportes da máquina de dobramento no laboratório têm giro livre, impedindo o travamento da barra.

É interessante que todos divulguem a tabela de diâmetros mínimos dos pinos de dobramento, como incentivo ao bom uso dos vergalhões para estrutura de concreto.

Eng° J. L. M. Andrade

Núcleo Técnico – Marketing Belgo-Mineira