

As principais formas de comercialização de aço para emprego em concreto armado presentes no mercado são: fios (CA-60) e barras retas/ vergalhões (CA-25 e CA-50), telas soldadas, cordoalhas (cruas ou engraxadas), aço cortado e dobrado de fábrica e aço cortado, dobrado e montado de fábrica.

O emprego de vergalhões com corte, dobra e montagem em canteiro de obras ainda é bastante comum. No entanto, em função dos elevados índices de perdas do material nesse processo, da ordem de 6% a 14% segundo Souza (2006), e do elevado tempo necessário para a execução desses serviços, a utilização de aço cortado e dobrado de fábrica tem se tornado uma alternativa viável economicamente.

Entretanto, para que a produção se dê de forma correta, é necessário adotar métodos de gerenciamento condizentes com as especificidades desse material. Portanto, cabe ao responsável pelo gerenciamento e pela execução dos serviços em canteiro: 1) exigir que os detalhamentos dos elementos estruturais em projeto estejam adequados à produção de aço cortado e dobrado de fábrica; 2) cotar corretamente os preços; 3) programar a entrega do material; 4) conferir os romaneios pré-produção; e 5) cuidar da conferência, da descarga e do correto armazenamento do material em canteiro de obras.

Características do material

O aço cortado e dobrado de fábrica resulta da transformação, em meio fabril, de aço em rolos (bobinas) e barras retas em elementos de formatos especificados em projetos de armadura, na quantidade necessária para a composição das peças estruturais de determinado empreendimento.

As bitolas mais comuns utilizadas na construção civil são as de 5 mm, 6,3 mm, 8 mm, 10 mm, 12,5 mm, 16 mm, 20 mm e 25 mm. Algumas empresas produtoras de aço cortado e dobrado trabalham com aço em bobinas com diâmetros de até 12,5 mm ou 16 mm, sendo que, para a produção de elementos com diâmetros maiores, utilizam barras retas (comprimento de 12 m).

Vantagens: maior grau de industrialização no serviço de armação, uma vez que as etapas de corte e de dobra deixam de ser executadas no canteiro de obras e passam a ser realizadas em fábricas; produção de elementos mais complexos com maior agilidade (figura 1); redução das perdas de aço.

Desvantagens: necessidade de projeto estrutural detalhado já revisado, sem incoerências, e em tempo hábil, uma vez que a produção de aço cortado e dobrado de fábrica demanda um certo tempo para programação e produção; impossibilidade de produção de elementos em regime de urgência; dificuldade de modificações nos elementos conformados; necessidade de leitura atenta das etiquetas do aço cortado e dobrado para evitar a utilização de elementos de uma peça estrutural em outra (por exemplo, elementos de armaduras negativas de lajes muito similares).

Cuidados no processo de cotação

Em virtude de, muitas vezes, não se conhecer a quantidade de aço (em quilogramas) por bitola a ser utilizada na execução da obra, é interessante que a cotação se dê em valores unitários, ou seja, deve ser especificada ao fornecedor a quantidade estimada de aço para a obra e que seja solicitado o custo por quilograma de aço de cada bitola, fazendo com que não seja necessário refazer o processo de cotação a cada solicitação a ser realizada.

É importante, no processo de cotação do aço, tomar alguns cuidados:

- Na cotação, questionar se as empresas cobram as perdas que porventura tiverem em função de não utilizarem

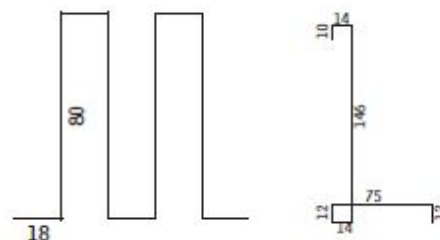


Figura 1 - Peças com maior nível de dificuldade de produção

aço em bobinas para as maiores bitolas;

- Verificar a capacidade produtiva da empresa e se esta tem condições para suprir a demanda de fornecimento de aço da obra;
- Verificar qual o prazo para se fazer a solicitação de modo que o aço cortado e dobrado seja entregue no canteiro de obras na data oportuna - uma semana, dez dias, ou outro prazo estipulado pela construtora. Importa observar que esse prazo é variável em função de uma série de fatores, quais sejam: interrupções na produção para manutenção de equipamentos ou treinamento de equipes, aumento da quantidade de programações de produção em função de perspectivas de alta no preço do aço, dentre outros.

Procedimentos de programação

Para o recebimento dos elementos em aço cortado e dobrado de fábrica, faz-se necessária a programação e o envio dos projetos para produção. Para tanto, deverá ser preenchida a planilha de solicitação (exemplo na figura 2) conforme modelo disponibilizado pela empresa fornecedora.

Nº contrato		Cliente		Nº pedido		Torre (bloco)	Recebe carreta?	Data desejada	Página																																																																
		Obra																																																																							
Número do desenho	Revisão	Pavimento	Desenho completo	Quantas vezes	Detalhar os elementos estruturais a serem produzidos (ex.: lajes, vigas, pilares, blocos etc.)				Peso (kg)																																																																
Observações:																																																																									
Solicitação de peças que não estão detalhadas em projeto					Arame recozido																																																																				
<table border="1"> <tr> <th rowspan="2">Tipo de peça</th> <th rowspan="2">Tipo de aço e bitola</th> <th colspan="3">Medidas (cm)</th> <th rowspan="2">Quantidade peças</th> <th rowspan="2">Peso (kg)</th> </tr> <tr> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					Tipo de peça	Tipo de aço e bitola	Medidas (cm)			Quantidade peças	Peso (kg)	a	b	c																																											<table border="1"> <tr> <th>Tipo</th> <th>Peso (kg)</th> <th>%</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					Tipo	Peso (kg)	%									
Tipo de peça	Tipo de aço e bitola	Medidas (cm)					Quantidade peças	Peso (kg)																																																																	
		a	b	c																																																																					
Tipo	Peso (kg)	%																																																																							
<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"> <p>Barra</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Estribo</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Ferro L</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Caranguejo</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Ferro U</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Bandeja</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Espiral</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Circular</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Com travessô</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Com gancho</p> </div> </div>					<p>Nome do solicitante</p> <p>Telefone/e-mail</p>																																																																				

Figura 2 - Exemplo de planilha de programação de aço cortado e dobrado

Para o preenchimento da programação, são necessários os seguintes dados: 1) data desejada para entrega; 2) número do projeto; 3) revisão do projeto; 4) pavimento a que se referem os elementos solicitados; 5) se o projeto será integralmente produzido nessa programação ou não; 6) quantas vezes as peças do projeto deverão ser produzidas; 7) quais as peças do projeto a serem produzidas; e, por fim, 8) qual a quantidade total de aço (em quilogramas) que irá compor o pedido desse projeto. Para a obtenção da quantidade total de aço de cada pedido em quilogramas, devem-se adotar as prescrições da norma NBR 7.480:2007 - Aço Destinado a Armaduras para Estruturas de Concreto Armado - Especificações para conversão do comprimento em metros de cada bitola para o correspondente em quilogramas.

Salienta-se que o planejamento deverá ser realizado com tempo de antecedência mínimo especificado na contratação, a fim de que haja tempo hábil para planilhamento do pedido e elaboração do romaneio pela empresa fornecedora de aço, conferência dos romaneios pré-produção pela empresa solicitante, produção das peças na fábrica e entrega no canteiro de obras no prazo especificado.

Procedimentos de conferência de consistência

Assim que o procedimento de planejamento for realizado, a equipe técnica da empresa fornecedora fará o planilhamento dos elementos solicitados em cada projeto e estruturará um romaneio, também conhecido como consistência ou rol. Esse arquivo consiste na síntese de todas as peças a serem produzidas em um arquivo para

Romaneio de entrega

Desenho	Posição	Bitola	Tipo aço	Quant. total	Comp. unit.	01	Conjunto nº:		O.S.
56	N1	6,3	CA-50	56	179				
Peso		Cliente							
24,559									
Obs.: Estribo 26 x 56 C = 179					Comp. total				Pedido
					100,24				193
Desenho	Posição	Bitola	Tipo aço	Quant. total	Comp. unit.	01	Conjunto nº:		O.S.
56	N1	6,3	CA-50	168	42				
Peso		Cliente							
17,287									
Obs.: Estribo 26 x 56 C = 179					Comp. total				Pedido
					70,56				193

Figura 3 - Modelo de romaneio parcial de pedido solicitado para conferência

Apesar de não ser prática comum entre as empresas contratantes do serviço de corte e dobra, a solicitação do romaneio para conferência é de extrema importância, uma vez que o procedimento permite identificar erros antes que se dê a produção e entrega de elementos no canteiro, evitando problemas de atrasos por retrabalhos.

Os itens a serem conferidos no romaneio são:

- Se todas as peças solicitadas (vigas, lajes, pilares etc.) estão no romaneio;
- Se todos os elementos que compõem cada peça estão no romaneio;
- Se a quantidade de cada elemento está adequada;
- Se a bitola do elemento é a especificada em projeto;
- Se as medidas de cada elemento, dobra, gancho, entre outros, estão de acordo com o projeto e se o comprimento unitário e total dos elementos coincidem com o especificado;
- Se a quantidade total em quilogramas coincide, utilizando os parâmetros de conversão da NBR 7.480:2007;
- Se o desenho esquemático da peça coincide com o solicitado.

Encaminhadas as eventuais correções dos romaneios à empresa que fará o corte e a dobra do aço, esta realizará a impressão das etiquetas que guiarão a produção das peças na fábrica e que serão fixadas a todos os elementos produzidos, conforme se observa na figura 4.

Procedimento de recebimento e conferência do aço cortado e dobrado em canteiro de obras



Figura 4 - Exemplo de etiqueta de identificação das peças de aço cortado e dobrado

Efetuada a programação de entrega do aço cortado e dobrado de fábrica, o planilhamento, a conferência de romaneios, as correções e a produção, dá-se a entrega de todo o material no canteiro de obras (figura 5), acompanhado de nota fiscal dos produtos e também do romaneio de produção para conferência no recebimento.

Diferentemente do romaneio encaminhado para conferência, no caso de algumas empresas, a consistência encaminhada junto à nota fiscal na entrega dos produtos vem acompanhada de uma relação de todos os números de sequência (ou ordem de serviço) constantes na entrega, ou seja, todos os produtos com etiquetas apresentam um número de sequência diferente e todos esses números são sintetizados em uma tabela que acompanha o romaneio (figura 6). Além da folha resumo dos números de sequência, há, também, a implementação de uma coluna no romaneio indicando o número de sequência a que se refere cada elemento, conforme vê-se na figura 7.

Conferência no recebimento do material

Para o recebimento do material em canteiro, deverá ser destacada a parte de todas as etiquetas direcionada ao controle de recebimento da peça na obra (figura 4), e deverão ser conferidos todos os números de sequência (ou ordens de serviço) constantes nessas etiquetas em relação à folha resumo dos números de sequência do romaneio, no intuito de verificar se todas as peças constantes no romaneio estão sendo entregues no canteiro de obras.

Caso não sejam encontrados todos os números de sequência nas etiquetas, deve-se refazer a conferência. Se, mesmo após uma segunda conferência faltarem números de sequência, os quais estão discriminados no romaneio, é necessário verificar se os elementos correspondentes aos números de sequência estão no carregamento (esses elementos podem ser identificados pelo romaneio). Caso essas posições não estejam no carregamento, entrar em contato com a empresa responsável.



Figura 5 - Recebimento de aço cortado e dobrado de fábrica em canteiro de obras

Mesmo considerando o procedimento de corte e dobra de peças em aço um processo mecanizado, a programação do maquinário para produção dos elementos, a amarração dos feixes com os elementos de mesmas dimensões e o ensacamento de elementos menores (estribos, ganchos, dentre outros) será de forma manual, podendo ocorrer erros de produção ou o desvio de alguns elementos. Portanto, a contagem da quantidade de elementos dentro de cada feixe, ou saco, entregue, assim como a sua medição (verificando comprimentos e dobras), também é conferência importante a ser feita no canteiro de obras, de maneira a evitar a descoberta da falta do material ou de peças fabricadas com medidas erradas no momento da produção da estrutura. Falta de peças dentro de feixes ou sacos, medidas incoerentes com as solicitadas, assim como falta de feixes ou sacos no carregamento devem ser comunicadas à empresa fornecedora, que deverá tomar as providências adequadas.

Outra conferência usual, rápida e econômica é a aferição em balança (terceirizada) da carga do caminhão que está transportando o material a ser entregue no canteiro de obras. Isso deve ocorrer antes e após a descarga do material, sendo verificada, dessa forma, a quantidade em toneladas da carga. Essa quantidade poderá ser confrontada com aquela apresentada na nota fiscal ou com os cálculos efetuados pela própria empresa que está recebendo o material. Apesar de ser uma alternativa interessante, a verificação por esse processo nem sempre é possível, uma vez que é comum o caminhão estar carregado com cargas de várias empresas.

Realizados os procedimentos de conferência, segue-se com a descarga do material e a disposição em local adequado no canteiro de obras.

Agrupamentos: 303

Seq.	Ø Quant. total na etiqueta	Nº desenho	Elemento estrutural	Pos	Quantidade pos Nº desenho
2446685	12,5	19 134 - R00	NEG	3,0	19
2446686	12,5	19 134 - R00	NEG	5,0	19
2446687	12,5	16 134 - R00	NEG	6,0	16
2446688	10,0	16 134 - R00	NEG	7,0	16
2446689	10,0	2 134 - R00	NEG	8,1	2
2446690	10,0	2 134 - R00	NEG	8,2	2
2446691	10,0	2 134 - R00	NEG	8,3	2
2446692	10,0	2 134 - R00	NEG	8,4	2
2446693	10,0	2 134 - R00	NEG	8,5	2
2446694	10,0	2 134 - R00	NEG	8,6	2

Figura 6 - Resumo dos números de sequência do romaneio e outras especificações

Romaneio: 303
 Desenho: 134 - R00
 Data de entrega:
 5º pavimento tipo-laje neg
 5º pavimento laje neg vertical
 21/09/2012

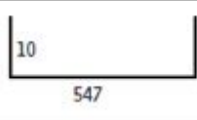
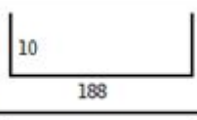
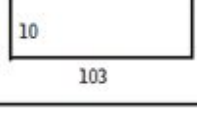
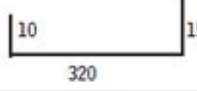
Pos.	Quant.	Ø	Aço	Compr. unit. (m)	Compr. total (m)	Peso		Seq-no
Elemento estrutural:		1 x NEG						
1,0	33	12,5	CA50	5,67	187,11	180,9		2446764 até 2446767
2,0	44	12,5	CA50	2,08	91,52	88,5		2446768 até 2446769
3,0	19	12,5	CA50	1,23	23,37	22,6		2446685
4,0	80	12,5	ca50	3,45	276,00	266,8		2446773 até 2446776

Figura 7 - Romaneio que acompanha a nota fiscal na entrega dos produtos

Procedimentos de armazenamento

Cuidados com a estocagem do aço evitam problemas como roubos, eventual oxidação ou acúmulo de sujeira excessiva, o que inviabiliza tecnicamente a utilização de parte do material. Os procedimentos para estocagem de elementos de aço cortados e dobrados são basicamente os mesmos especificados para barras e fios retos de aço (figura 8) (Souza, 1996; Souza, Tamaki, 2001; Souza, 2006; Yazigi, 2007):

- Estocar em baias com separação, sempre que possível, por diâmetro e com a correta identificação;
- Manter em ambiente coberto e protegido de intempéries;
- Não permitir contato do aço com o solo (utilizar estrado de madeira ou material similar);
- Estocar preferencialmente próximo ao local de utilização.



Figura 8 - Estoque de barras retas em canteiro de obras Figura 9 - Descarga manual de aço

No entanto, em relação às barras e aos fios retos recebidos em canteiro, existe um agravante: a demanda de espaço pelos elementos cortados e dobrados recebidos é, muitas vezes, maior que o espaço necessário às barras e aos fios retos em virtude da quantidade de dobras nos elementos e de suas dimensões finais.

Dessa forma, o espaço destinado à estocagem de elementos em aço cortado e dobrado, assim como de barras e fios retos, deverá ser previamente planejado para evitar estocagens em locais inadequados, como em contato direto com solo ou com umidade excessiva, ou mesmo em passeios públicos, mesmo que provisoriamente. O correto planejamento do local de estocagem do aço traz outras contribuições como a não interferência com outros serviços e a diminuição de transporte horizontal desnecessário dentro do canteiro de obras (Souza, 2006).

Deixar o encarregado da obra ciente das datas de entrega do material é de fundamental importância para que ele promova a programação da equipe, bem como a organização do espaço para estocagem.

Um procedimento que colabora com a facilidade de identificação dos elementos de aço cortado e dobrado é a utilização de placas que expressam qual a utilização dos elementos que se encontram naquele espaço de estocagem. Além da diferenciação por bitola, no caso do aço cortado e dobrado, há a diferenciação por aplicação (pilares, vigas, lajes, escadas, dentre outros) fazendo-se uso de baias que permitam essa distinção por aplicação.

Descarga dos materiais em canteiro de obras

A forma como se dará a descarga dos materiais em canteiro de obras depende da etapa em que a obra se encontra, da disponibilidade de espaço para acesso dos caminhões com o carregamento e de outros equipamentos, da disponibilidade de equipamentos para descarga, da disponibilidade de colaboradores em canteiro de obras, dentre outros fatores. Portanto, para que a descarga se dê de forma eficiente, é necessário que seja feito um estudo de layout do canteiro de obras.

Dessa forma, após definido o local de estocagem do material, a descarga pode se dar de forma manual ou ainda com o auxílio de equipamentos como minipás-carregadeiras, pás-carregadeiras, miniescavadeiras, caminhões munck, guindastes e gruas, como pode ser observado nas *figuras 9, 10, 11 e 12*.



Figura 10 - Descarga de aço com minipá-carregadeira



Figura 11 - Descarga de aço com pá-carregadeira



Figura 12 - Descarga de aço com guindaste



Figura 13 - Interdição da via para descarga de aço

Em alguns casos, quando não for possível o acesso do caminhão ao interior do canteiro de obras e este tenha que ficar posicionado na via ou na faixa de estacionamento durante a descarga, é recomendável que previamente se faça a solicitação da interdição da via junto ao órgão público competente e, no período da descarga, mantenha-se sinalizada a via conforme instruções repassadas por tal órgão, com o objetivo de evitar acidentes (*figura 13*).

Os colaboradores que auxiliarão na descarga desses materiais deverão utilizar todos os equipamentos de proteção individual especificados na Norma Regulamentadora no 6 - Equipamento de Proteção Individual (Brasil, 2012), como ombreiras, luvas de raspa de couro, botinas de segurança e capacetes.

Hugo Sefrian Peinado

Engenheiro civil, mestrando do programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PEU) da Universidade Estadual de Maringá (UEM) e gerente de desenvolvimento de processos da Construtora Elohim
hspeinado@gmail.com

Luci Mercedes de Mori

Engenheira civil, professora doutora do departamento de engenharia civil da UEM
Immori@uem.br

José Luiz Miotto

Engenheiro civil, professor doutor do departamento de engenharia civil da UEM
ilmiotto@uem.br

LEIA MAIS

A Técnica de Edificar. W. Yazigi. Editora PINI. São Paulo, 2007.

Como Comprar Aço Cortado e Dobrado: Projetos Detalhados e Parcerias com Fornecedores São Decisivos para Compra Adequada. A. P. Rocha. Guia da Construção no 95. Editora PINI. São Paulo, 2009.

Consumo de Aço. U. E. L. Souza. Equipe da Obra no 6. Editora PINI. São Paulo, 2006.

Diretrizes de Projeto para Melhorar a Produtividade na Montagem de Componentes Pré-Cortados e Pré-Dobrados de Aço para Estruturas de Concreto Armado de Edifícios. J. J. Salim Neto. Dissertação (mestrado em engenharia), Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

Especificação e Recebimento de Materiais de Construção. R. Souza; M. R. Tamaki. O Nome da Rosa. São Paulo, 2001.

NBR 6.118 - Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2007.

NBR 7.480 - Aço Destinado a Armaduras para Estruturas de Concreto Armado - Especificações. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2007.

NR 6 - Norma Regulamentadora - Equipamento de Proteção Individual - EPI. Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. Disponível em: < [http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A2800001_3_88130953C1EFB/NR-06%20\(atualizada\)%202011.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A2800001_3_88130953C1EFB/NR-06%20(atualizada)%202011.pdf)>. Acesso em: 12 out. 2012.

Qualidade na Aquisição de Materiais e Execução de Obras. R. Souza. Editora PINI. São Paulo, 1996.