

# Projetos

## Projeto de armaduras

Apesar das vantagens das armaduras prontas em obras com pouco espaço e mais industrializadas, construtores põem na balança os custos, combinam soluções artesanais e até preferem manter uma estrutura mínima para armadores, em caso de emergência

por Renato Faria  
Edição 120 - Março/2007



Quando se fala de estruturas de concreto armado, as opiniões dos construtores convergem em um aspecto: o aço é o componente mais caro dessa etapa da obra. Para compensar e reduzir os custos, há uma constante busca pelo aumento de produtividade da mão-de-obra. Durante muito tempo, a execução das armaduras foi quase artesanal. Mas os serviços de corte e dobra, antes maciçamente presentes nos canteiros, foram gradualmente industrializados e hoje, nos grandes centros urbanos, já se consolidam como alternativa economicamente viável e poupadora de mão-de-obra. Treliças, estribos e vergalhões são entregues nas dimensões exatas e a obra vira apenas uma linha de

montagem de armaduras. Novos produtos e serviços continuam surgindo para racionalizar ainda mais essa etapa da obra, mas projetistas, construtores e consultores são um pouco mais céticos quanto à completa industrialização das armaduras.

No processo de elaboração do projeto estrutural, o detalhamento das armaduras é a última etapa a ser realizada. Antes disso, os calculistas trabalham a pré-fôrma. Segundo José Francisco Gianotti, sócio do escritório de projetos estruturais JC Saldanha Rodrigues, para sua elaboração são necessárias quatro informações básicas do empreendimento: o projeto básico de arquitetura, a sondagem do terreno e os levantamentos planialtimétricos do terreno e dos vizinhos. "Para planejamento das contenções, se necessário", explica. Essa pré-fôrma será depois discutida e negociada entre construtor, calculista e arquiteto. Nesse momento, alterações são feitas de maneira a compatibilizar posições de elementos estruturais, portas, janelas, instalações hidráulicas e elétricas, vagas de garagens, entre outros. Ajustes finos de alturas de vigas e lajes também são definidos e, como consequência, surgem números bastante próximos do consumo final dos materiais que compõem a estrutura, inclusive do aço. Com o pré-projeto aprovado, as armaduras já podem ser projetadas.

Normalmente, somente após esse processo é que o construtor definirá se utilizará na obra armaduras cortadas e dobradas no canteiro ou prontas, entregues já cortadas e dobradas. Na prática, a cultura construtiva da empresa define de antemão qual sistema será utilizado. Para Jorge Batlouni Neto, diretor técnico da Tecnum Construtora, a viabilidade do aço pronto em São Paulo já é indiscutível. "Comprar as barras e fazer corte e dobra dentro do canteiro sai mais caro do que comprar pronto", afirma. Em sua opinião, essa opção resulta na retirada de serviços de dentro do canteiro de obras, o que seria um ganho em termos de produtividade e industrialização. A melhoria das condições de trabalho seria outra vantagem, já que os trabalhadores não ficariam expostos às intempéries dos canteiros de obra já que o trabalho pesado seria feito por máquinas. "É uma tendência irreversível", conclui.

No entanto, a região onde a obra está sendo executada pode ser um fator decisivo na adoção do sistema de armaduras. A distância dos centros fornecedores pode encarecer o frete do aço pronto, tornando-o inviável para certos empreendimentos.

O IBS (Instituto Brasileiro de Siderurgia), por outro lado, afirma que há uma tendência de redução de custos também nos centros urbanos menores, já que a oferta de armaduras prontas avança em direção a cidades médias, com a instalação de novas fábricas de corte e dobra.

Com uma cultura de uso de armaduras definida, projetistas e, sobretudo, construtores podem trabalhar melhor o

processo de racionalização dessa etapa. Sabendo previamente que o aço será cortado e dobrado em fábrica, o calculista pode adequar o detalhamento do projeto ao processo de produção do fornecedor.



*Mesmo comprando aço cortado e dobrado em fábrica, construtoras mantêm uma pequena central de corte e dobra no canteiro para contornar as emergências*

"Nós tentamos fazer o melhor detalhamento possível para que o pessoal do corte e dobra não tenha problemas", afirma Gino Schevano Filho, diretor da SVS Engenharia de Projetos. "São preocupações com raios de curvatura, detalhes de corte, que facilitam o trabalho na central", completa. A mesma preocupação tem o escritório JC Saldanha Rodrigues, que adapta o formato de algumas peças das armaduras para serem melhor trabalhadas nas máquinas de corte e dobra (veja ilustração). "Nós sabemos que é mais difícil dobrar uma barra em formato de 'S', isso exige movimentos nos sentidos horário e anti-horário", explica o sócio do

escritório, José Carlos Saldanha Rodrigues. "Então, se possível, desenhamos a peça de forma que ela seja dobrada apenas em um sentido, para aumentar a produtividade da empresa", completa.

### Projeto otimizado

Caso o construtor opte pela utilização de aço cortado e dobrado no canteiro, o papel do projetista é ainda mais importante. O detalhamento do projeto de armaduras pode implicar diretamente a minimização de perdas de material, já que as matérias-primas são barras padronizadas de 12 m de comprimento. "Nós nos preocupamos em otimizar o comprimento das barras e procuramos desenhar as peças utilizando submúltiplos de 12 m", afirma Gianotti. "Mas nem sempre isso é possível", lamenta. O professor do departamento de construção civil da UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro), Luís Otávio Cocito de Araújo, afirma ainda que o projeto não chega em sua forma original para o funcionário que realizará o corte e dobra. "Normalmente, o encarregado faz o 'rascunho' do projeto para o operário", explica. Dessa forma, sugere, seria interessante que os projetos incluíssem um plano de corte das barras, orientando ao usuário a ordem das peças a serem cortadas, evitando desperdício de material. Além disso, ele lembra que o projeto pode ser elaborado em busca de ganho de produtividade. E exemplifica: "O projetista pode detalhar o estribo de duas formas, um quadrado fechado ou como duas barras em formato de 'U'. Só que, na obra, os armadores têm preferência pela peça quadrada mais simples, cuja montagem é menos trabalhosa e garante maior produtividade". Outro ponto a que o construtor deve estar atento, alerta Araújo, são as perdas incorporadas ao material. "Como ele paga por quilo de aço, o engenheiro deve, no recebimento, pesar o feixe de barras que recebe, contar o número de barras desse feixe e verificar a densidade do material", aconselha, afirmando que, com esses parâmetros, ele pode constatar se as barras estão conformes.

Além do corte e dobra, já existe a possibilidade de se comprar as armaduras pré-montadas. No entanto, segundo o IBS, ainda são iniciativas isoladas, em estágio inicial no Brasil. Construtores e consultores acreditam que não se vislumbra, em curto prazo, completa industrialização da etapa das armaduras. Para Batlouni, da Tecnum, essa solução ainda não atende às necessidades de obras mais pesadas. "Não se trata de uma tendência no momento, mas pode ser no futuro", afirma, ressaltando que deve haver um aprimoramento do processo para ela se consolidar.

O professor da UFRJ concorda, dizendo que a alternativa seria viável para armação de pilares. Para vigas, no entanto, seria um pouco mais difícil. "A montagem da viga precisa ser complementada no andar. Não é uma peça que se encaixa perfeitamente em sua posição final. Tem interferência na armadura do pilar, tem que mexer em outras vigas, sua montagem é mais complexa", afirma.

## Telas soldadas



*Para evitar problemas de gerenciamento das peças prontas, construtora procura trabalhar no modelo just-in-time*

Por situação diferente passam as telas soldadas para utilização em lajes. Seu projeto pode vir já do escritório do projetista ou pode ser adaptado, pelo fornecedor, a partir do projeto tradicional de armadura da laje. Tecnicamente, sua aceitação é plena. "O preço da tela soldada só precisa ser um pouco mais competitivo. Se ele diminuir um pouco mais, será imbatível", avalia Batlouni.

Gino Schevano, da SVS, concorda com Batlouni, e lembra que sua utilização facilita bastante o trabalho do projetista. "Espaçamento, bitola, todos os valores já estão definidos. E o construtor ainda ganha em produtividade", explica.

Mas existe um fator impeditivo para as pequenas construtoras – a adoção desse material depende de equipamentos pesados e caros para seu transporte. Como as telas vêm em rolos, sua movimentação exige a presença de uma grua no canteiro.

Conseqüentemente, a logística do canteiro deve ser planejada. "As áreas de recebimento e armazenamento dos materiais devem estar localizadas dentro do raio de alcance desse equipamento", afirma o coordenador de produção da Lúcio Engenharia, Manuel Regueiro Rodriguez.

O engenheiro da Lúcio elogia o controle de fissuramento e a ancoragem que o material confere. Às vezes, porém, sua execução incorreta pode influenciar a qualidade da laje. Saldanha explica que um erro freqüente ocorre nas emendas das telas. "Existe uma emenda pré-definida em projeto. Na execução, ela não é observada. Aumenta-se o encobrimento, por medo ou desconhecimento, e isso acarreta falta de tela na ancoragem", explica Saldanha. Como diferencial de seus serviços, ele conta que, junto do engenheiro da obra, faz o acompanhamento da montagem das lajes para verificar se o projeto estrutural está sendo seguido. Para Saldanha, o ideal é fazer a visita na montagem das fundações, seguida da de cada um dos subsolos, do térreo e do primeiro pavimento-tipo. "Depois disso, com a repetição, tende-se a executar a estrutura de forma correta", conclui.

O uso de telas prontas é recomendado principalmente para lajes regulares, quadradas ou retangulares, em que o índice de perdas é mínimo. "Em uma laje circular ou triangular, talvez o mais recomendável seja a utilização de vergalhões tradicionais", explica o sócio de Saldanha, José Francisco Gianotti.

Para o engenheiro Manoel Henrique Campos Botelho, com isso em mente, o construtor já pode orientar o arquiteto na concepção do projeto. "Ele explica ao projetista que, para usar telas soldadas, as lajes precisam ser mais regulares, e pede que o projeto leve em conta esses cuidados", afirma Botelho.

## Padronização

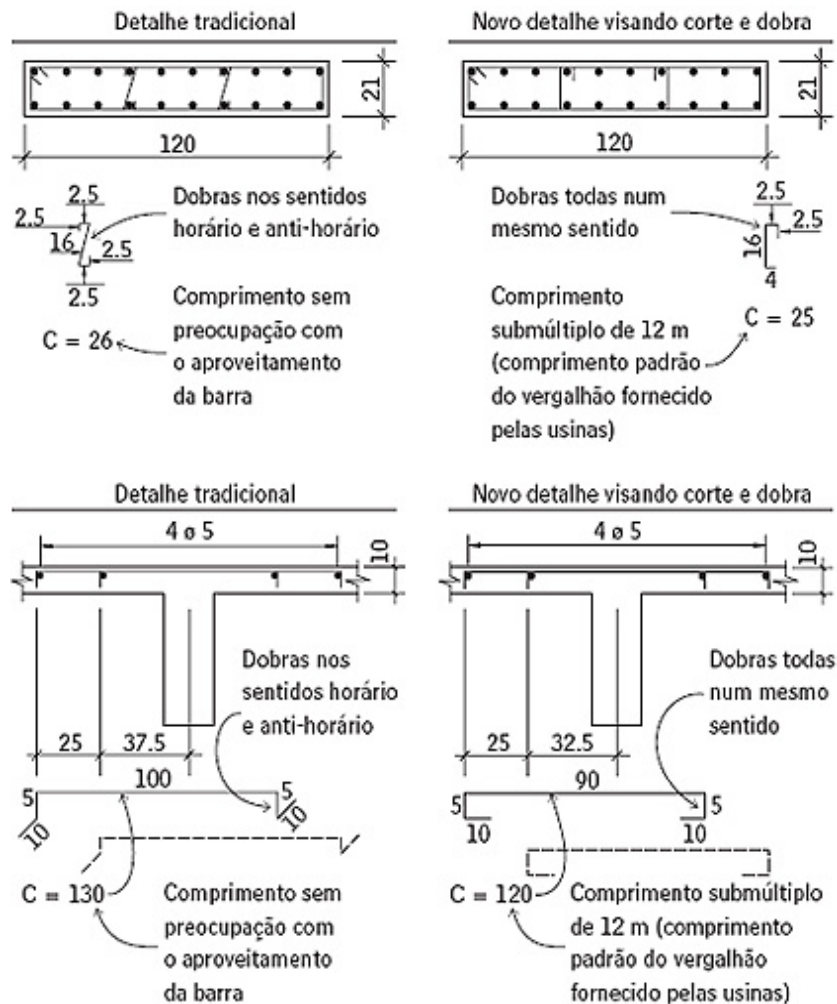
O gerenciamento das peças prontas, beneficiadas fora do canteiro, é uma das desvantagens apontadas por Araújo, da UFRJ. Segundo ele, as barras de diferentes diâmetros são relativamente mais fáceis de gerenciar do que as peças prontas. Por serem menores, essas peças se embaralham mais facilmente durante o transporte e podem dificultar o processo de recebimento e contagem na obra.

Para escapar desses problemas, Batlouni, da Tecnum, procura sempre trabalhar com o modelo just in time, ou seja, o caminhão entrega o aço pré-cortado, pré-dobrado e etiquetado, e o material já é separado para subir para a próxima laje. Claro que, para trabalhar com esse modelo, é necessário que o fornecedor transmita confiança no serviço de entrega. E como a execução da estrutura é o que dita o cronograma da obra, não é

prudente trabalhar com prazos apertados, com a entrega do material na véspera da execução do serviço. "Se o fornecedor for confiável, dá para trabalhar com um prazo de uma semana", explica Batlouni.

O diretor técnico da Tecnum acredita que uma solução para ganho de produtividade na montagem de armaduras seria a padronização das peças cortadas e dobradas. Segundo o engenheiro, o que o mundo tem feito hoje é padronizar em alguns tipos. "Isso ajudaria na tarefa de identificação do aço e na execução do corte e dobra das peças", conclui.

### Otimização de projeto de armaduras – ganchos para travamento de barras longitudinais



Fonte: JC Saldanha Engenharia Estrutural

#### AÇO CORTADO E DOBRADO

Canteiro		Fábrica	
Vantagens	Desvantagens	Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> <li>Gerenciamento das barras é mais simples</li> <li>Mais viável se o canteiro estiver distante de fábricas de corte e dobra</li> <li>Recomendável quando as medidas das peças são definidas apenas no momento da execução</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gera muitas perdas de material</li> <li>Traz muita mão-de-obra para o canteiro</li> <li>Mais difícil controlar a qualidade das peças cortadas e dobradas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Não há perdas por desperdício de material</li> <li>Retira mão-de-obra do canteiro</li> <li>Produto final tem dimensões mais precisas, pois são produzidas por máquinas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gerenciamento das diferentes peças no canteiro é mais complexo</li> <li>Exige uma área maior de armazenamento</li> <li>Se, por erro de projeto ou de planilhamento na fábrica, as peças chegam à obra em dimensões erradas, não há tempo hábil para fazer novo pedido</li> </ul>