

## Avaliação da estrutura de concreto armado nos edifícios públicos

Temos observado, com frequência, a disparidade do modo de se tratar o item III, em confronto com os demais, dos orçamentos. Realmente, é curioso o contraste existente entre a minúcia com que o engenheiro orça digamos o item XI, no que diz respeito a azulejos, contando as calhas, as sapatas, os boleados, distinguindo peças até pelo número de suas côres, ou o item XIII — ferragens, descrevendo tipos de fechaduras dobradiças e molas — e o modo de avaliar a estrutura na qual toma grosseiramente um volume de concreto e um preço por metro cúbico ainda mais grosseiro e, na maior parte das vezes, pouco justificável.

Há pois um desequilíbrio no modo de tratar esse item. Acresce que êle constitue, precisamente, um dos mais pesados do orçamento. Geralmente a estrutura tem um valor, para edifícios, oscilando de 18 a 25% do total do orçamento. Vê-se, pois, que sua avaliação deve ser feita com carinho.

Passemos pois a estudar como fazer tal avaliação. A mais usada — embora bastante grosseira — consiste em se tomar um cubo total de concreto a se gastar e admitir um preço unitário médio. Dissemos, porém, que tal avaliação é bastante grosseira. Realmente, nela não se encara uma série de fatores, bastante interessantes, como sejam: composição do concreto, variável, para fundações, caixas d'água, ou estrutura corrente — teor de armação variável de órgão a órgão da estrutura e ainda dependente do tipo arquitetônico empregado — consumo de moldes, também dependente do partido arquitetônico e finalmente — algumas vezes — o escoramento

que passa a ter influência decisiva nos grandes vãos ou no caso de cargas elevadas.

Um outro critério consiste em fazer a avaliação total do concreto, diferenciando os tipos, e atribuir a cada tipo um pêso de armação, fixado pela experiência, e um total de moldagem também consequente de estruturas anteriores. Para preços unitários, compor-se-á de acôrdô com os traços, exigidos nas especificações, e o valor dos materiais no local.

Finalmente, o critério mais exato, embora mais longo, consiste em se esboçar uma planta de moldes da estrutura, de teto a teto, assim como das fundações. Isso implicará, é evidente, numa avaliação, embora sumária, das cargas e no conhecimento do terreno e tipo de fundação a empregar. O que acabamos de dizer pode parecer comesinho, mas é surpreendente o número de orçamentos feitos sem que se conheça o terreno para a fundação, a taxa de trabalho a adotar e mesmo o sistema de fundações mais consentâneo.

Feito, porém, o esboço das plantas de moldes, o volume de concreto, assim como a moldagem resultarão de uma simples avaliação geométrica. Quanto à ferragem, pode ser calculada com bastante aproximação examinando-se diferentes peças, atribuindo-lhes um teor médio de armação. Aquí entra evidentemente o fator prático do orçamentista, assim como o sentimento da estrutura adotada. Pode-se ainda completar êsse trabalho procurando-se estabelecer os diâmetros dos ferros utilizados.

Resta ainda a encarar, num orçamento de estrutura de concreto armado, tres pontos de importância fundamental. Referimo-nos:

---

Acate sempre as ordens de seus chefes: A disciplina é a base da ordem e a ordem, a da produção.

- 1) Consumo de materiais;
- 2) Perdas e aproveitamento;
- 3) Composição de preços unitários.

O problema do consumo de materiais é largamente conhecido e praticamente resolvido em quasi todos os compêndios que tratam do assunto. Por outro lado, na previsão, não há realmente necessidade de precisão exagerada, bastando fixar para a composição de preço a dezena de litros de areia ou de brita. Pode-se, por exemplo, tomar para o traço 1:2 1/2:4, empregando-se os materiais correntes no Rio, os consumos seguintes :

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| Cimento — 285 kg.       |       |
| Areia (a 3% de umidade) | 640 L |
| Brita n. 1 .....        | 400 L |
| Brita n. 2 .....        | 400 L |
| Água .....              | 180 L |

Cumpra, porém, salientar que a fixação de um traço volumétrico arbitrário, antes de se iniciar a obra e sem se conhecer os materiais disponíveis no local, é bem pouco indicada, no que diz respeito ao cálculo estrutural. Estamos somente nos limitando à questão da aviação do consumo de materiais para a composição de preço. O consumo exato só pode ser fixado, em cada caso, depois do estudo dos materiais disponíveis e do conhecimento das taxas de trabalho que serão exigidas da estrutura. Fixado pois o consumo, resta avaliar a perda de materiais para o concreto. Ela é, evidentemente, muito variável. Depende do cuidado na confecção do concreto, do modo de transportá-lo, da distância de transporte etc. No Rio, alguns construtores costumam fixá-la em 5%, o que nos parece excessivo. Seria, por assim dizer, um limite superior da perda de concreto, mesmo no caso de transporte vertical grande.

Para o ferro, a perda se reduz às aparas e pontas nos cortes dos comprimentos indicados nas listas de armação. Claro é que a perda se reduzirá pela habilidade do armador e principalmente pelo estudo das listas, o que lhe permitirá combinar posições, de tal modo a obter o máximo de rendimento. A título de indicação, admitimos, em obras grandes e com pessoal habilitado, que 5% constituirão também um limite máximo para perdas de ferro.

Com a madeira, o problema é inverso. Na avaliação geométrica da moldagem de toda obra, não se leva em conta o aproveitamento dos moldes dos tetos inferiores para os superiores. É claro que no orçamento não cabe levar em conta tal aproveitamento, salvo si se quiser levar a precisão bem longe. De qualquer modo, parece-nos difícil fixar a taxa de aproveitamento. Costuma-se tomar, em edifícios de grande número de andares e com planta regular, 30% para aproveitamento. Julgamos, porém, que tal coeficiente é bem empírico.

Em resumo, para o orçamento de uma estrutura, reputamos aconselhável que sejam apresentados os seguintes itens :

- a) volume total do concreto diferenciando-o pelos tipos (concreto para fundações, para caixas d'água, para estrutura etc.).
  - b) total de ferro, discriminando aproximadamente as bitolas.
  - c) área total dos moldes e, no caso de estruturas muito pesadas, previsão do escoramento.
- No próximo número fixaremos alguns dados práticos para avaliação de estruturas.

◀ ZELE PELA CONSERVAÇÃO E ECONOMIA  
DO MATERIAL DE SEU USO: MATERIAL  
DO GOVÊRNO É DINHEIRO DE TODOS NÓS ▶