

O USO DAS NORMAS TÉCNICAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO: Uma Abordagem sobre o Processo Executivo

Gibson Rocha Meira (M.Sc.)
Escola Técnica Federal da Paraíba
Av. 1º de Maio, 720 - Jaguaribe - 58.015-430 - João Pessoa - PB
(083) 241-2200 Ramal 270

Resumo

Este trabalho apresenta um diagnóstico sobre o uso de normas técnicas na execução de estruturas em concreto armado, baseado em observações realizadas nos canteiros de obra das empresas construtoras do Estado da Paraíba. Verificou-se que as etapas construtivas onde o cumprimento às recomendações das normas técnicas eram mais deficientes consistiam na concretagem dos elementos que compõem a estrutura de concreto armado, no preparo do concreto simples estrutural e no posicionamento adequado da armadura negativa das lajes de concreto armado. Por outro lado, esta situação pode melhorar mediante a adoção de ações simples, como o uso de instrumentos de medida de precisão mais eficaz e o emprego de procedimentos executivos para cada etapa que compõe a execução de estruturas em concreto armado. Assim, pode-se obter uma considerável melhoria da qualidade com pequenos investimentos.

1. Introdução

As normas técnicas constituem-se em um forte instrumento padronizador das atividades e um conseqüente otimizador do uso de materiais e mão-de-obra. Assim, as normas técnicas contribuem em muito para a redução dos desperdícios na construção civil, que é uma realidade marcante no setor.

Este trabalho, parte integrante de uma pesquisa que elaborou um diagnóstico sobre a normalização técnica no sub-setor de edificações da Paraíba, aborda especificamente o uso das normas técnicas referentes

ao processo executivo de estruturas em concreto armado, revelando o comportamento das empresas paraibanas quanto a este aspecto.

Utilizou-se, como instrumento de pesquisa, um roteiro de observações, elaborado em função das recomendações das normas técnicas relacionadas à execução de estruturas em concreto armado, o qual orientou a coleta de informações durante as visitas realizadas aos canteiros de obra das empresas com maior participação no mercado estadual.

As etapas abordadas vão desde a confecção das formas e escoramentos até a fase final de retirada dos mesmos, na forma como são apresentadas a seguir.

2. Formas e Escoramentos

As formas e escoramentos utilizados pelas empresas são compostos de materiais tradicionais na construção civil (madeira compensada laminada, pontaletes comuns, etc). No entanto, apesar de todas estas opções serem aceitas pelas normas técnicas, as mesmas devem ser convenientemente dimensionadas de forma a garantir que não haja deformações ou deslocamentos prejudiciais aos elementos em concreto armado.

Nesse sentido, apenas 18.2% das empresas têm a preocupação de elaborar um projeto específico para formas e escoramentos. Mesmo assim, estas empresas são induzidas a este comportamento pelo fato de utilizarem sistemas do tipo "forma pronta". As demais empresas trabalham em função da experiência dos carpinteiros e do próprio engenheiro da obra, constituindo-se

em um comportamento assistemático, sem um padrão definido e que induz a várias formas de desperdício.

Diante deste quadro, várias foram as imperfeições observadas nas obras visitadas, decorrentes da má adequação de formas e escoramentos, as quais são expostas na tabela abaixo.

DEFEITOS	FREQUÊNCIA
1. Desalinhamento de vigas	54.5 %
2. Desalinhamento de pilares	54.5 %
3. Desnívelamento inferior de lajes	36.4 %
4. Colapso parcial da estrutura em concretagem	9.1 %

OBS: Observações múltiplas

TABELA 1: Defeitos comuns decorrentes da má adequação de formas e escoramentos

Os desalinhamentos e desnívelamentos induzem a um gasto adicional no revestimento dos componentes estruturais, gerando um tipo de desperdício que fica incorporado à obra. No caso do item 4, há pouco o que ser comentado, haja vista que o desperdício é imediato e alcança proporções na medida da área atingida. O importante é que a origem destas falhas está relacionada à ausência de projetos para a execução de formas e escoramentos e um controle deficiente durante esta fase, bem como durante o recebimento destes serviços, que antecede o lançamento do concreto simples estrutural.

3. Armadura

No que se refere ao projeto estrutural, a armadura empregada é composta do aço especificado. O dobramento, as emendas e as dimensões das barras e fios também seguem a orientação do projeto.

Por outro lado, há uma relevante deficiência no manuseio da armadura para concreto armado, que se refere ao posicionamento precário da mesma, cuja origem está relacionada a dois aspectos básicos. O primeiro reside na quantidade

insuficiente de tacos de argamassa, tarugos de aço e arame empregados para o posicionamento da armadura, facilitando o deslocamento da mesma. O segundo se refere às plataformas inadequadas empregadas para o lançamento do concreto simples estrutural. Estas plataformas, ao serem usadas, pressionam a ferragem negativa das lajes e a desloca. Muitas vezes, a ferragem negativa se aproxima do posicionamento da ferragem positiva, perdendo totalmente a sua função. O não uso de plataformas produz um efeito ainda pior. Várias empresas mantêm um ferreiro sobre a laje para reposicionar as armaduras durante a concretagem. Todavia, mesmo assim, a resposta a tal situação não ocorre na medida necessária, haja vista que o fluxo de pessoas durante o processo de lançamento do concreto simples estrutural é intenso e a falta de disciplina leva a um intenso "pisar" sobre as armaduras.

Este comportamento, de um lado, vai de encontro ao recomendado na NBR 6118(1978, p. 57), que especifica o correto posicionamento da armadura e, do outro, pode gerar desperdícios futuros, caracterizados pela necessidade de serviços de recuperação estrutural.

4. Preparo do Concreto Simples Estrutural (na obra)

Durante o preparo do concreto simples estrutural, as recomendações da NBR 6118 recaem sobre a medição da quantidade dos seus insumos com tolerâncias máximas estabelecidas na ordem de 3%, bem como no processo de mistura empregado, de forma a garantir a homogeneidade da mistura final (também tratado na NBR 12655).

Durante as visitas às obras, não foi possível observar as tolerâncias do processo de medida. No entanto, a observação dos instrumentos de medida e sua forma de uso já permitiram estimar a precisão com que as empresas trabalham durante o preparo do produto.

Em se tratando do cimento, o seu instrumento de medida é o próprio saco, cuja eficiência é reconhecida pelas normas técnicas. No entanto, deve-se pressupor um

cumprimento da fábrica da tolerância de $\pm 2\%$ em relação ao saco de 50 Kgf, que, no entanto, não é objeto de controle de recebimento das construtoras.

Os agregados são medidos de forma variada. Apesar de 90.9% das empresas usarem as padiolas, como instrumento de medida dos agregados, 50% destas empresas também usam carrinhos de mão e latas para tal fim. Esta prática incorpora uma imprecisão relevante ao processo de preparo do concreto e compromete todo o trabalho de elaboração da dosagem "ideal" (quando feita) para as condições de uso a que se destina este concreto. É mais um caso de baixa qualidade de conformação (figura 1).

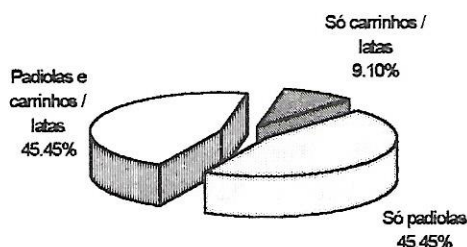


FIGURA 1: Forma de medição dos agregados

A água constitui-se no insumo de uso mais impreciso no que se refere ao preparo do concreto simples estrutural. O seu processo de medição, em todas as empresas, é aleatório. A água é medida em latas ou baldes e o operador da betoneira é quem controla a sua quantidade, baseando-se na consistência assumida pela mistura. Esta avaliação é meramente visual e feita durante o processo de mistura na betoneira em funcionamento.

Fazendo uma analogia ao roteiro da qualidade de JURAN(1990, apud MEIRA, 1995, p.59), percebe-se que há uma falha na transferência do processo para a produção, contribuindo para um produto (concreto) de baixa qualidade de conformação e, conseqüentemente, um produto de baixa qualidade. É importante salientar que um produto de baixa qualidade não significa um

concreto simples estrutural de baixa resistência mecânica, mas um concreto de resistência bastante variada em relação ao valor projetado.

5. Concretagem

A fase de concretagem corresponde ao transporte, lançamento e adensamento do concreto simples estrutural. Durante as duas primeiras etapas, o comportamento das empresas não se distancia muito das recomendações das normas técnicas

No entanto, a forma como o adensamento do concreto é conduzido nas empresas, durante a execução de estruturas de concreto armado, tem contribuído para o surgimento de falhas com origem no manuseio do próprio equipamento utilizado para adensamento.

Apesar da prática do adensamento se dar durante e logo após o lançamento do concreto simples estrutural, utilizando-se vibrador de imersão, em 54.5% das empresas a altura das camadas para adensamento não segue uma sistemática e, freqüentemente (em especial no caso de peças verticais) supera a altura recomendada em função do comprimento da agulha do vibrador. Isto acarreta deficiência no processo de adensamento, gerando falhas do tipo que se verá a seguir. Outra deficiência neste processo está na vibração da armadura, que favorece a formação de vazios ao seu redor.

As falhas observadas têm maior relação com os elementos estruturais de acesso limitado ao equipamento de adensamento. Assim, as seguintes falhas têm ocorrência maior nos pilares e vigas de concreto armado.

FALHAS	%
1. Falta de preenchimento dos recantos das formas	27.3
2. Ninhos de concretagem	72.3
3. Segregação de materiais	9.1

Obs: Mais de uma falha por empresa

TABELA 2: Falhas do concreto armado com origem no adensamento

A falta de preenchimento dos recantos das formas tem uma relação direta com o adensamento deficiente, que pode estar relacionado a camadas superiores à capacidade de adensamento do próprio equipamento, ou à ausência de direcionamento da agulha do vibrador na direção da falha.

Os ninhos de concretagem (vazios na massa de concreto), como principal patologia encontrada na fase de execução das estruturas nas empresas pesquisadas, confirma a sua posição representativa encontrada por HELENE(1988, p.15) expressa na figura 2, onde corresponde à 20% das patologias do concreto armado.

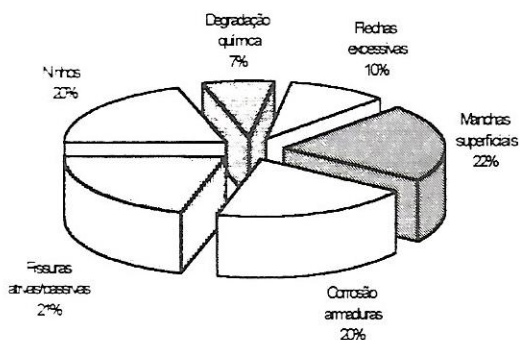


FIGURA 2: Distribuição relativa das patologias em estruturas de concreto armado (Fonte: HELENE, 1988, p.15)

A segregação de materiais pode ser considerada uma falha pouco representativa, haja vista que foi observada em apenas 9.1% das empresas e a sua origem tem relação com excesso de adensamento.

Ainda sob a ótica das falhas com origem no adensamento do concreto simples estrutural, é importante observar que as falhas visíveis, já na fase de execução, podem induzir à origem de outras falhas visíveis só em etapas posteriores, como a corrosão de armaduras e o surgimento de fissuras.

Diante do exposto, a fase de adensamento do concreto simples estrutural, no âmbito do processo de concretagem, pode ser entendida como a que mais se relaciona

aos “defeitos” do concreto armado, contribuindo para a quebra do ciclo da qualidade. No entanto, as ações necessárias à correção dos procedimentos adotados na fase de adensamento podem ser de fácil aplicação e grande retorno, haja vista que o que ocorre é uma falta de disciplina na operação do equipamento de adensamento, que pode ser superada com a adequada implantação de procedimentos de execução, que traz no seu contexto o treinamento da mão-de-obra.

6. Cura, Retirada das Formas e do Escoramento

Após o lançamento e adensamento do concreto empregado nas estruturas de concreto armado, a NBR 6118(1978, p.59-60) recomenda uma proteção contra a secagem prematura do mesmo por pelo menos 7 dias, podendo ser feita através do umedecimento da superfície concretada.

Esta recomendação é pouco atendida e revela desdobramentos mais graves no caso das lajes, que apresentam uma superfície exposta considerável em relação ao volume concretado. Nesse sentido, as empresas só tomam a referida precaução para este elemento estrutural e o fazem por um período médio de 3 a 4 dias. Este curto período de umedecimento pode gerar fissuras de retração na massa de concreto, principalmente quando o consumo de cimento é elevado. Fato, este, observado em uma das empresas visitadas.

Com relação à retirada das formas e escoramentos, não há grandes preocupações. Mesmo as formas laterais sendo retiradas com uma média de 1.7 dia, quando a NBR 6118 recomenda 3 dias e as formas inferiores com 11.2 dias quando a NBR 6118 recomenda 14 dias, o escoramento só é retirado aos 21 dias em 90.9% das empresas, cumprindo a recomendação técnica. Assim, acredita-se que não haja prejuízos para os componentes estruturais nesse sentido.

Avaliação semelhante pode ser feita com relação ao programa de retirada das formas e escoramentos que, embora as

empresas não tendo um programa elaborado, segue-se a orientação do engenheiro da obra.

Diante da avaliação feita nesta fase da execução, a negligência na cura do concreto empregado nas estruturas de concreto armado pode ser vista como a principal preocupação que, embora não acarretando grandes riscos à segurança estrutural - o concreto simples estrutural normalmente tem uma elevada margem de segurança em relação à sua resistência mecânica -, configura-se em uma fonte de desperdícios. Se é feita uma cura mais apropriada, a resistência mecânica do concreto simples estrutural na obra sobe a níveis acima do necessário. Assim, a dosagem pode ser reavaliada e o consumo de materiais, como por exemplo o cimento, pode ser reduzido. Estes materiais que deixam de ser economizados representam o desperdício a que se refere o texto.

7. Considerações Finais

A execução das estruturas de concreto armado envolve uma série de fases, que vão desde a confecção das formas até a retirada de todo o escoramento utilizado, onde cada uma destas fases desempenha o seu papel de contribuir ou não para a manutenção do ciclo da qualidade no âmbito da etapa de execução e, conseqüentemente, no processo da construção civil como um todo.

Em cada uma destas fases, a negligência em relação às recomendações das normas técnicas se faz presente em maior ou menor intensidade, contribuindo para a geração de desperdícios e, conseqüentemente, para a diminuição dos níveis de qualidade.

Em função de uma menor observância às normas técnicas e maiores desperdícios, há que se destacar a má adequação de formas e escoramentos, a imprecisão do processo de preparo do concreto simples estrutural na obra, o deslocamento da armadura negativa das lajes, durante o lançamento e adensamento do concreto e a origem dos ninhos de concretagem durante o adensamento do

concreto empregado nas estruturas de concreto armado.

A má adequação das formas e escoramentos pode ser melhor resolvida através do uso, em maior escala, de materiais modernos e mais adequados à evolução técnica, mas, sem dúvida, o grande passo está na padronização e controle das atividades através de procedimentos executivos que disciplinem esta atividade.

A imprecisão no processo de preparo do concreto simples estrutural também pode ser bastante melhorada através de procedimentos executivos. Contudo, também há a necessidade de uma melhor adequação do instrumento de medida utilizado para a água.

O deslocamento da armadura negativa das lajes corresponde, no entender deste trabalho, ao ponto de maior dificuldade das empresas, haja vista que não depende só da adoção de um novo comportamento na empresa construtora, mas, também, na própria empresa fornecedora de concreto, cujos funcionários são os principais causadores deste problema.

Assim, percebe-se que as soluções para as distorções da etapa de execução, mesmo em se tratando daquelas que representam um baixo nível de observância em relação às recomendações das normas técnicas e uma baixa qualidade, dependem, em sua maioria, de ações relativamente simples em função do ganho a ser obtido.

8. Referências Bibliográficas

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto e execução de obras em concreto armado (NBR 6118). Rio de Janeiro, 1978. 76 p.
- [2] ----- . Preparo, controle e recebimento do concreto (NBR 12655). Rio de Janeiro, 1992. 7 p.
- [3] HELENE, Paulo R. do Lago. Manual prático para reparo e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: PINI, 1988. 119 p.

- [4]MEIRA, Gibson Rocha. A normalização técnica na construção civil: sub-setor de edificações na Paraíba (Dissertação de Mestrado). Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal da Paraíba, 1995. 297 p.