

ANÁLISE CRÍTICA DA ISO 9000 X NBR 6118:2003, PARA APROVAÇÃO DE EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Harlen Nunes¹
Roberto Chust Carvalho²

RESUMO

Este trabalho é uma análise crítica reflexiva sobre os documentos usados em obras que seguem o padrão ISO 9001. Para a execução de estruturas de concreto procura-se criar uma metodologia, para orientar os profissionais da obra e manter um padrão no produto final, confeccionar instruções gerais de trabalho e especificações de medições para recebimento (ou não) de serviços. A maneira de fazer esta análise será a de usar os conhecimentos teóricos dos materiais e comportamento estrutural referindo-se sempre às NBR's (Norma Técnicas Brasileiras) respectivas. Assim, se espera por meio de um texto didático auxiliar os engenheiros a compreender as prescrições, concluindo quais efeitos serão obtidos a partir de uma tomada de decisão. A crescente concorrência no mercado levou profissionais da construção a desenvolver técnicas que tragam diminuição de custos, maior qualidade e durabilidade, porém ainda não há preocupação das construtoras em orientar os engenheiros de como deve ser feita uma análise crítica científica na forma de executar as estruturas, exigindo mais do engenheiro um gesto bem feito do que conhecimentos técnicos na execução de estrutura. A importância deste estudo, não é apenas para melhorar a rentabilidade, qualidade e a segurança estrutural, mas sim a orientar os engenheiros de obras de como é importante entender como as estruturas funcionam e como devem atender as prescrições das respectivas normas.

Palavras-Chave: Estrutura de Concreto. ISO 9001. NBR 6113.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho é uma crítica reflexiva sobre os documentos usados em obras que seguem o padrão ISO 9001.

Para a execução de estruturas de concreto armado procura-se criar uma metodologia, com o objetivo de orientar os profissionais da obra e manter um padrão uniforme no produto final, confeccionar instruções gerais de trabalho e especificações de medições para recebimento (ou não) de materiais e serviços executados que tenham o padrão ISO 9001 e ao mesmo tempo reflitam as prescrições técnicas.

Este trabalho procura fazer uma análise crítica de uma documentação típica para este fim. Tenta explicar os porquês das exigências e

ao mesmo tempo apontar as possíveis falhas ou ausências de considerações que proporcionariam uma economia de tempo, material e mão de obra, ou simplesmente prescrições que assegurariam a qualidade final.

É importante salientar que neste trabalho contemplamos especificamente pilares, porém esta análise pode ser estendida para os outros elementos.

1.1 Problema analisado

A crescente concorrência no mercado da construção civil tem levado tanto os projetistas de estruturas de concreto armado quanto às construtoras, à uma constante busca por soluções que, além de simples e eficazes, tragam

¹Engº Esp. Harlen Nunes - Ufscar - Universidade Federal de São Carlos

²Engº [2] Engº Prof Dr. Roberto Chust Carvalho - PPGCIV UFSCar - Universidade Federal de São Carlos- Prof. Curso de Especialização em Engenharia de Estruturas - UNIS. Via Washington Luis, Km 235 - CEP: 13.565-905 - São Carlos/SP/Brasil

diminuição de custos (material e/ou mão-de-obra), rapidez, versatilidade nas aplicações ou que ainda proporcionem um aumento na relação custo-benefício. Deve-se ressaltar que nessa busca, ao contrário do que ocorreu em tempos passados, a preocupação com a qualidade e durabilidade das construções tem sido maior, porém ainda não há preocupação das empresas construtoras em orientar os engenheiros de como deve ser feita uma análise crítica, científica e normativa na forma de executar as estruturas, exigindo muito mais de um engenheiro uma administração bem feita do que aplicação de conceitos técnicos na execução de estrutura.

A importância deste estudo, portanto, que contempla a forma pela qual as empresas devem analisar e receber serviços e materiais de clientes internos e externos com base não só dos programas de qualidade como ISO 9001 e PBQP-H, mas primordialmente o que estabelece as NBR s pertinentes como NBR 6118:2003 é importante não só para a rentabilidade econômica e qualidade, mas principalmente no que tange a segurança estrutural.

Concomitantemente e não menos importante, deve-se orientar os engenheiros executores de obras de como é importante entender de que forma as estruturas funcionam e como devem atender as prescrições das respectivas normas, esta então é a importância fundamental deste estudo.

1.2 Uma visão da ISO, 9001 - 2000

A NBR ISO 9001 especifica requisitos do Sistema da Qualidade e, segundo Souza (1997), é utilizada quando um contrato entre duas partes exige a demonstração da capacidade do fornecedor para projetar e fornecer produtos. Os requisitos especificados nesta norma destinam-se, primordialmente, à prevenção de não-conformidades em todos os estágios, desde o projeto até a assistência técnica. De acordo com Reis (1998), esta Norma é a mais abrangente de todas e destina-se a contratos cujo interesse é proporcionar proteção e garantia da Qualidade em todas as fases das atividades técnicas da empresa, desde o projeto até a assistência técnica.

Andrade; Xavier (1996) apontam ainda que esta norma seja o padrão para os sistemas

da qualidade relativos a projeto, desenvolvimento, produção, inspeção e ensaios, instalação e serviços associados. Em outras palavras, esta norma é adequada para organizações que fornecem produtos com base em projeto próprio; que produzem e entregam seus produtos aos clientes. Se a organização também agrega às suas atividades a instalação e os serviços associados, estes também são cobertos pela norma.

2 REGISTRO DE INSPEÇÃO DE ACORDO COM A ISO PARA VERIFICAÇÃO DE EXECUÇÃO DE PILARES.

Neste item mostra-se especificamente como são consideradas as prescrições usuais inicialmente pela ISO9001 para o recebimento do serviço “pilares” em empresas que possuem certificação e em seguida o comentário a respeito da NBR6118:2003

Primeiramente faremos uma análise de uma documentação típica de uma construtora certificada pela ISO 9001-2000. As verificações são dadas em forma de planilhas do tipo “check-list” (conferimento de itens) denominados RIS(Registro de inspeção de serviço) com anotações de valores característicos Segue a seguir figura 1, sendo modelo de RIS (Registro de Inspeção de Serviço) de Forma, Armação e Concretagem/Desforma – pilar.

as excentricidades de primeira e segunda ordem fazem parte integrante do respectivo cálculo:

$$M_d = F_d (e_1 + e_2)$$

Observa-se que:

No item da RIS do serviço de Forma, Armação e Concretagem / Desforma – pilar pede-se apenas o seguinte:

Verificar prumo (Tolerância de +/- 2 mm)

Análise:

Primeiro, não existe a possibilidade de que em obra a partir de um prumo ao ar livre, com interferências de intempéries e uma trena, de se fazer tal verificação, tendo em vista principalmente que a tolerância é de +/- 2 mm.

Segundo, a norma supracitada deixa claro que se houverem excentricidades de primeira e segunda ordem, teoricamente a estrutura já está calculada para tal falha executiva.

Terceiro, e mais conturbador, em momento algum é feita menção em relação à análise crítica quanto à estrutura em si.

Não há nenhuma orientação quanto a uma possível análise do projeto estrutural, muito menos detalhes da estrutura a serem observados.

Podemos observar também que em nenhum momento, o formulário proposto pelas certificadoras ISO e aceitos pelas empresas certificadas, possuem um roteiro para que os engenheiros executores possam analisar se existem indícios de alguma falha no projeto que está executando.

Seria necessário analisar no mínimo as prescrições comentadas a seguir.

3 DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS NECESSÁRIAS PARA VERIFICAÇÃO NA EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, DE ACORDO COM A NBR6118:2003.

Para mostrar como o relatório anterior é pobre ao verificar a qualidade da estrutura, mostra-se neste item alguma exigências feitas pela NBR6118:2003 que não fazem parte do documento RIS anteriormente analisado.

São considerados nos itens seguintes: cobrimento mínimo das armaduras, e alguns

aspectos relativos às armaduras longitudinais e transversais dos pilares para se consegue fazer uma análise de forma a orientar um engenheiro executor de obras, descritas a seguir*

3.1 Cobrimento das armaduras

O cobrimento das armaduras é mostrado considerado no item 7.4.7 da NBR 6118:2003 no item 7.4.7, sendo: cobrimento mínimo é o menor valor que deve ser respeitado ao longo de todo o elemento considerado.

De acordo com Pinheiro (2009), para garantir o cobrimento mínimo (c_{min}), o projeto e a execução devem considerar o cobrimento nominal (c_{nom}), que é o cobrimento mínimo acrescido da tolerância de execução (Δc). Assim, as dimensões das armaduras e os espaçadores devem respeitar os cobrimentos nominais, estabelecidos na Tabela 1, para $\Delta c = 10$ mm.

$$C_{nom} = C_{min} + \Delta C$$

Tabela 1 – Valores de C_{nom} em pilares de concreto armado para $\Delta C = 10$ mm

Classe de agressividade	I	II	III	IV
C_{nom}	25	30	40	50

Ainda conforme Pinheiro (2009), nas obras correntes, o valor de Δc deve ser maior ou igual a 10 mm. Quando houver um adequado controle de qualidade e rígidos limites de tolerância da variabilidade das medidas durante a execução, pode ser adotado o valor $\Delta c = 5$ mm, mas a exigência de controle rigoroso deve ser explicitada nos desenhos de projeto. Permite-se, então, redução de 5 mm dos cobrimentos nominais prescritos na Tabela 1.

Os cobrimentos são sempre referidos à superfície da armadura externa, em geral à face externa do estribo. O cobrimento nominal deve ser maior que o diâmetro da barra.

A dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado não pode superar em 20% o cobrimento nominal, ou seja:

$$d_{m\acute{a}x} \leq 1,2 \cdot C_{nom}$$

3.2 Armaduras longitudinais

Conforme Pinheiro (2009), a escolha e a disposição das armaduras devem atender não só à função estrutural, mas também às condições de execução, principalmente com relação ao lançamento e adensamento do concreto. Os espaços devem permitir a introdução do vibrador e impedir a segregação dos agregados e a ocorrência de vazios no interior do pilar (item 18.2.1 da NBR 6118:2003).

As armaduras longitudinais colaboram para resistir à compressão, diminuindo a seção do pilar, e também resistem às tensões de tração. Além disso, têm a função de diminuir as deformações do pilar, especialmente as decorrentes da retração e da fluência.

Conforme Araújo (2003), o diâmetro mínimo das barras longitudinais \varnothing é de 10 mm. O diâmetro máximo é igual a 1/8 da menor dimensão da seção transversal do pilar (item 18.4.2.1 da NBR 6118:2003):

$$10\text{mm} \leq \varnothing_L \leq b/8$$

3.3 Limites da taxa de armadura longitudinal

Segundo o item 17.3.5.3 da NBR 6118:2003, a armadura longitudinal mínima deve ser:

$$A_{S,MIN} = 0,15 \cdot \frac{Nd}{F_y d} \geq 0,004 \cdot A_c$$

O valor máximo da área total de armadura longitudinal é dado por:

$$A_{S,MIN} = 8\% \cdot A_c$$

A maior área de armadura longitudinal possível deve ser 8% da seção real, considerando-se inclusive a sobreposição de armadura nas regiões de emenda.

3.4 Número mínimo de barras

A NBR 6118:2003, no item 18.4.2.2, estabelece que as armaduras longitudinais devam ser dispostas de forma a garantir a ade-

quada resistência do elemento estrutural.

Conforme Araújo (2003), em seções poligonais, deve existir pelo menos uma barra em cada vértice. Para seções circulares, o número mínimo de barras longitudinais é igual a seis, como segue abaixo na figura 2.

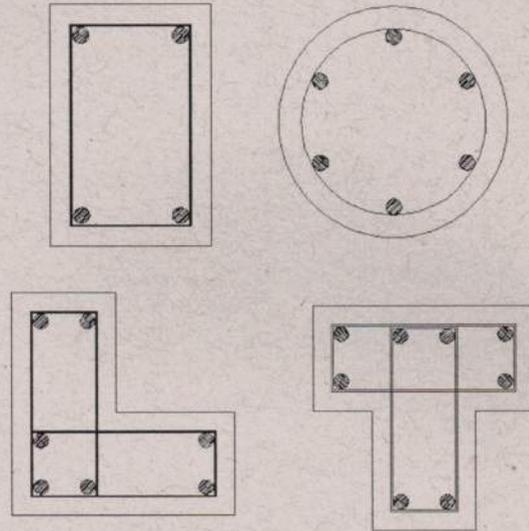


Figura 2 – Número mínimo de barras (Pinheiro 2009)

3.5 Distribuição transversal e distâncias máxima e mínima entre as barras.

Conforme Carvalho e Pinheiro (2009), a NBR 6118:2003 no item 18.4.2.2 as armaduras longitudinais de pilares não cintados devem ser dispostas na seção transversal, de forma a garantir a adequada resistência da peça.

Os espaçamentos livres entre as faces das barras (e), medido no plano da seção transversal, fora da região de emendas, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores:

$$e \geq \begin{cases} 20\text{mm} \\ \varnothing, \\ 1,2 \cdot d_{\text{máx,agr}} \text{ (mesmo em emendas)} \end{cases}$$

Onde \varnothing e $d_{\text{máx,agr}}$ são o diâmetro das barras da armadura longitudinal e o diâmetro máximo do agregado, respectivamente.

De acordo com Carvalho e Pinheiro (2009), quando estiver previsto no plano de concretagem

o adensamento através de abertura lateral da face da forma, o espaçamento das armaduras deve ser suficiente para permitir a passagem do vibrador.

O espaçamento máximo entre os eixos das barras, ou de centro de feixes de barras, deve ser menor ou igual a duas vezes a menor dimensão no trecho considerado, sem exceder 400 mm, conforme figura 3.

Esses valores se aplicam também às regiões de emenda por traspasse.

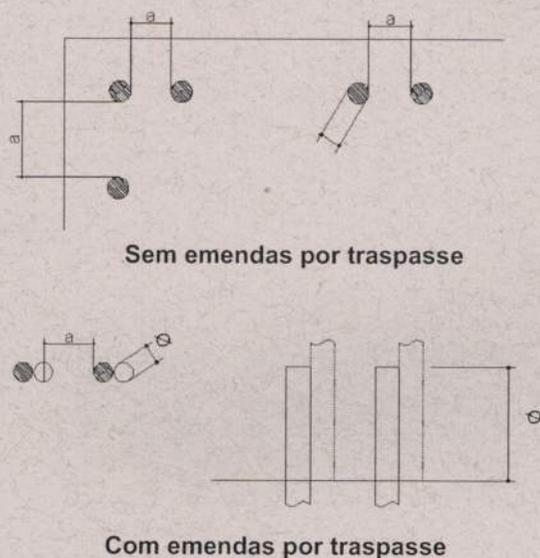


Figura 3 – Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal. (Pinheiro 2009)

Vale lembrar que para LEONHARDT & MÖNNIG (1978) esse espaçamento máximo não deve ser maior do que 30 cm. Entretanto, para pilares com dimensões até 40 cm, bastos que existam as barras longitudinais nos cantos.

3.6 Armaduras transversais

A armadura transversal de pilares, constituída por estribos e, quando for o caso, por grampos suplementares, deve ser colocada em toda a altura do pilar, sendo obrigatória sua colocação na região de cruzamento com vigas e lajes (item 18.4.3 da NBR 6118:2003). Os estribos devem ser fechados, geralmente em torno das barras de canto, ancorados com ganchos que se traspassam, colocados em posições alternadas.

Desta forma conseguimos descrever que os estribos têm as seguintes funções:

a) garantir o posicionamento das peças e impe-

dir a flambagem das barras longitudinais;
b) garantir a costura das emendas de barras longitudinais;

c) confinar o concreto e obtendo assim uma peça mais resistente.

De acordo com a NBR 6118:2003, o diâmetro dos estribos em pilares não deve ser inferior a 5 mm nem a 1/4 do diâmetro da barra isolada ou do diâmetro equivalente do feixe que constitui a armadura longitudinal, ou seja:

$$\phi_t \geq \begin{cases} 5 \text{ mm} \\ \phi_l/4 \end{cases}$$

Em pilares com momentos nas extremidades (portanto, nos pilares em geral), e nos pré-moldados, LEONHARDT & MÖNNIG (1978) recomendam que se disponham, nas suas extremidades, 2 a 3 estribos com espaçamento igual a $st/2$ e $st/4$ (Figura 4).

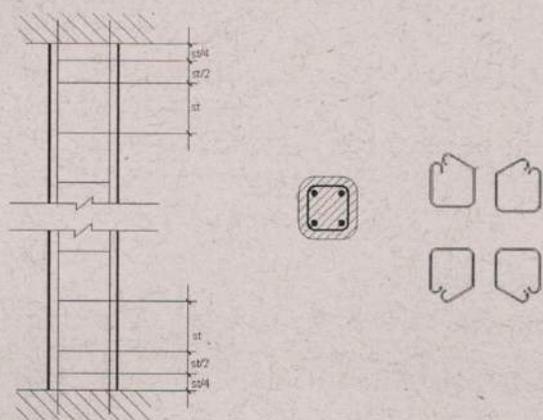


Figura 4 - Estribos adicionais nos extremos e ganchos alternados (LEONHARDT & MÖNNIG, 1978)

3.7 Espaçamento máximo dos estribos

Conforme Pinheiro (2009), o espaçamento longitudinal entre estribos, medido na direção do eixo do pilar, deve ser igual ou inferior ao menor dos seguintes valores:

$$s_t \leq \begin{cases} 20 \text{ cm} \\ \text{Menor dimensão seção} \\ 12\phi_l \text{ para CA - 50} \\ 25\phi_l \text{ para CA - 25} \end{cases}$$

Permite-se adotar o diâmetro dos estribos $\varnothing_s < \varnothing_l/4$ desde que as armaduras sejam constituídas do mesmo tipo de aço e o espaçamento respeite também a limitação (f_{yk} em Mpa):

$$S_{m\acute{a}x} = 90000 \frac{(\varnothing t^2)}{(\varnothing l)} \cdot \left(\frac{1}{F_{yk}} \right)$$

3.8 Espaçamento máximo dos estribos

De acordo com Carvalho e Pinheiro (2009), sempre que houver possibilidade de

flambagem das barras da armadura situadas junto à superfície da peça, devem ser tomadas precauções para evitá-la, conforme o item 18.2.4 da NBR 6118:2003. Conforme este item, admite-se que os estribos poligonais garantem contra a flambagem as barras longitudinais posicionadas em suas quinas e as por eles abrangidas e situadas no máximo a distância $20\varnothing t$ do canto, se nesse trecho não houver mais de duas barras, não contando a da quina. Quando houver mais de duas barras nesse trecho, ou barras fora dele, deverá haver estribos suplementares (estribos ou faterias); a eles se aplica a mesma regra (figura 5).

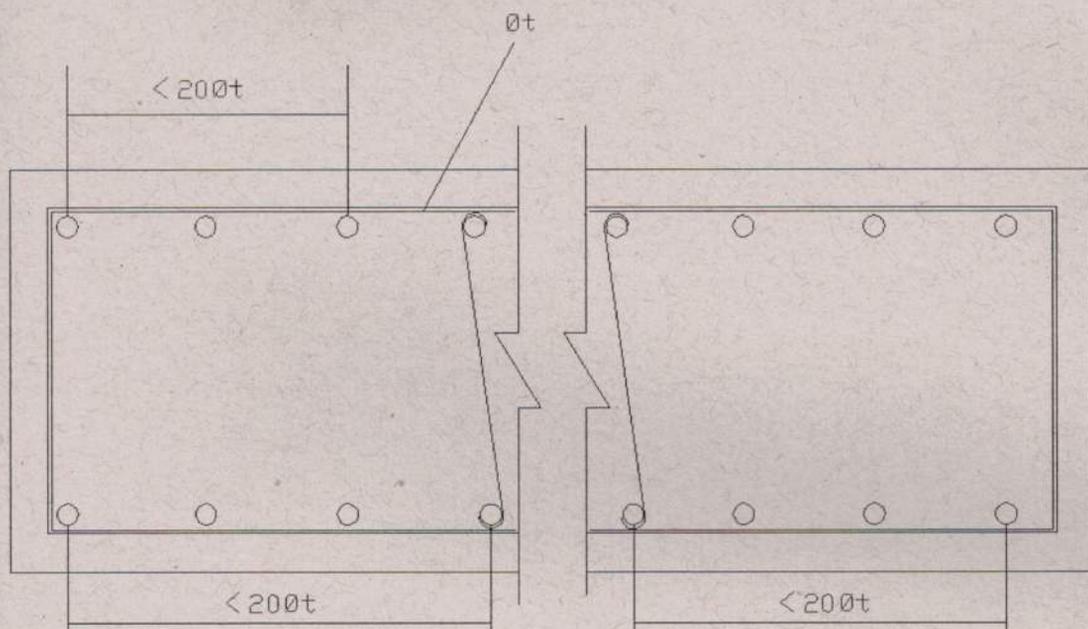


Figura 5 - Estribos adicionais: garantem as barras longitudinais contra flambagem. (CARVALHO E PINHEIRO 2009).

Conforme descreve Carvalho e Pinheiro (2009), se o estribo suplementar for constituído por uma barra reta, terminada por ganchos, ele deve atravessar a seção da peça e os seus ganchos devem envolver a barra longitudinal; se houver mais de uma barra longitudinal a ser protegida junto à mesma extremidade do estribo suplementar, seu gancho deve envolver um estribo principal em ponto junto a uma das barras, o que deve ser indicado no projeto bem destacado (figura 6).

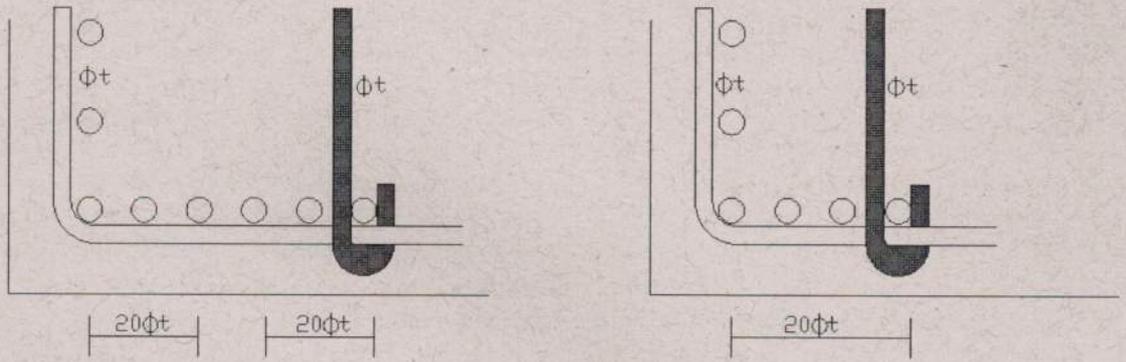


Figura 6 – Proteção contra flambagem das barras (figura 18.2, NBR 6118:2003)

3.9 Arranjos dos estribos

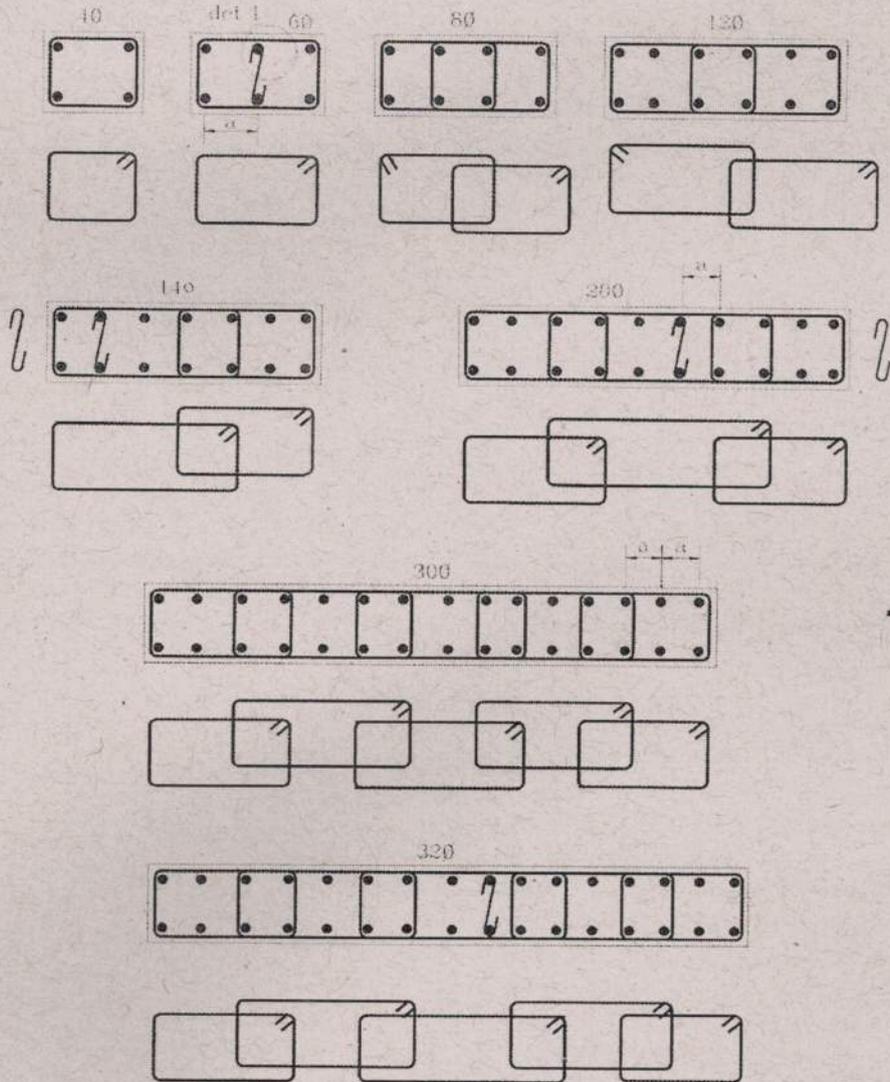


Figura 7 – Arranjos de estribos para pilares retangulares (FIORIN (1998))

Segundo Carvalho e Pinheiro (2009), na figura 7, estão esquematizados vários arranjos de estribos de pilares retangulares com barras longitudinais apenas nos quatro cantos e também distribuídos em faces opostas; e na figura 8 estão alguns arranjos possíveis para pilares quadrados com armadura longitudinal distribuída nas quatro faces.

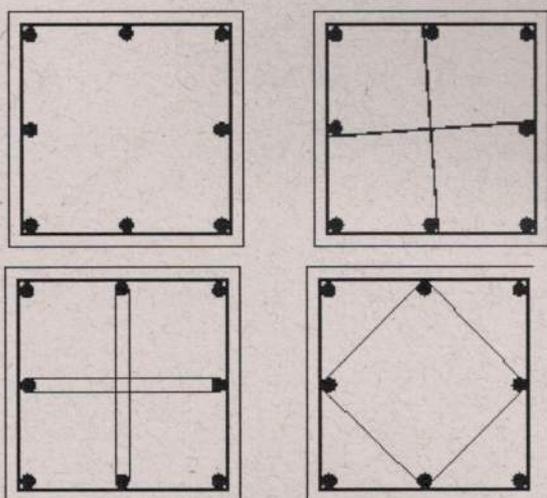


Figura 8 – Arranjos de estribos para pilares quadrados (ACI(1992))

Na figura 9 está indicada a seção de um pilar, com destaque para os detalhes da armadura transversal (estribos principais e suplementares).

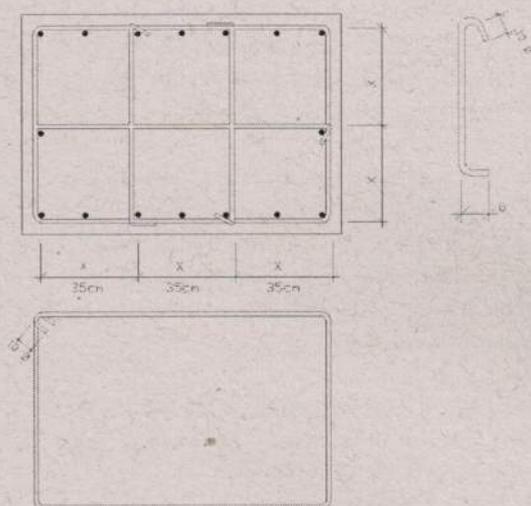


Figura 9 – Seção de um pilar destacando a armadura transversal (ACI 318(1992))

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

Os itens referentes à Forma, Armação e Concretagem/Desforma–Pilar, da ISO 9001/2000 por meio das RIS, indicam determinadas tolerâncias que são inexequíveis e/ou desnecessárias, pois, se a própria norma NBR 6118/2003 já faz menção para o projeto no que se refere às excentricidades, porque não aumentar tais tolerâncias para que as mesmas reflitam de forma real o que acontece no canteiro de obra, facilitem o processo de recebimento de tal serviço e estejam realmente de acordo com o prescrito tecnicamente?

E por que não anexar nos processos ISO, orientações básicas para ajudar os engenheiros de execução de obras a terem melhores condições de analisar as estruturas por eles executadas?

Desta forma propõe-se que a tabela 2 abaixo seja anexada aos procedimentos ISO, para os engenheiros tenham pelo menos uma base para analisar os projetos estruturais que recebem para execução de tais serviços.

Tabela 2 – Check list para verificação de estruturas de concreto armado pilares

CHECK LIST PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO : PILARES					
					Pilar nº
A ARMADURA LONGITUDINAL					
Diâmetro mínimo					
A.1	$\frac{D}{20}$ ou ϕ	sim	()	Não	()
Diâmetro máximo					
A.2	$20 \text{ mm} \leq \phi \leq 1/8$ sendo ϕ a menor dimensão do pilar	sim	()	Não	()
B NÚMERO MÍNIMO DE BARRAS					
Diâmetro mínimo					
B.1	em seções poligonais uma em cada vértice	sim	()	Não	()
Diâmetro máximo					
B.2	em seções poligonais, o número mínimo de barras longitudinais é igual a seis	sim	()	Não	()
C DISTRIBUIÇÃO TRANSVERSAL E DISTRIBUIÇÃO MÁXIMA ENTRE BARRAS					
Espaçamento livre entre as barras (módulo) deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores:					
C.1					
	20 mm	sim	()	Não	()
	$4d$				
	$1/4 \cdot d$ diâmetro máximo aguçado				
Espaçamento máximo					
C.2	$e \leq 7 \cdot e$, com e maior 400 mm, onde e é a menor dimensão do pilar	sim	()	Não	()
D NÚMERO MÍNIMO DE BARRAS					
Diâmetro mínimo					
D.1	$\frac{D}{16}$ ou $\frac{D}{12}$	sim	()	Não	()
Espaçamento máximo					
D.2	20 mm	sim	()	Não	()
	maior dimensão seção				
	1200 - Para CA-40				
	1500 - Para CA-25				
E FALHAS					
Falhas					
E.1	Excentricidade das barras	sim	()	Não	()

Se sim, atestar para correto posicionamento no momento do recebimento.

Desta forma, espera-se que apenas uma simples planilha como mostrada na página anterior seja uma ferramenta de grande valia no momento de avaliar algumas tipologias de estruturas de concreto armado.

Isto faz com que realmente o Engenheiro de Obras utilize mais seus conhecimentos técnicos em engenharia do que simplesmente atuar como um gestor financeiro.

CRITICAL ANALYSIS OF ISO 9000 X NBR 6118:2003, FOR APPROVAL OF IMPLEMENTATION OF CONCRETE STRUCTURES

ABSTRACT

This work is a critical reflection about the documents used in the works that follow the ISO 9001 standard. For the execution of concrete structures seeks to create a methodology to guide professionals in the work and maintain a standard in the final product, to produce the general work instructions and specifications for measurements to receive (or not) services. The way to do this analysis will be to use the theoretical knowledge of materials and structural behavior of always referring to the NBR's relevant. Thus, it is hoped through a didactic text help engineers understand the requirements, concluding what effects will be obtained from a decision-making. Increasing competition in the market led construction professionals to develop techniques to bring lower costs, higher quality and durability, but there is no concern of builders in guiding the engineers should be done as a scientific review in order to implement the structures, demanding more of an engineer and management expertise that made the implementation of the structure. The importance of this study is not only to improve profitability, quality and structural safety, but to guide the work of engineers as it is important to understand how structures work and how they meet the requirements of the respective standards.

Keywords: Concrete structure, ISO 9001, NBR 6113

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J. M. **Curso de Concreto Armado**. Rio Grande: Dunas, 2003. v. 3.
- CARVALHO, R. C.; FIGUEIREDO, J. R.: **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**. 2 ed. São Paulo: Edufscar, 2005.
- CARVALHO, R. C.; PINHEIRO, L. M.: **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**. São Paulo: PINI, 2009. v. 2.
- PINHEIRO, L. M.: **Fundamentos de concreto e Projetos de Edifícios**. São Carlos: EESC, 2004.
- PAULA, A. T. **Dissertação de Mestrado**
- EPUSP: **Avaliação do impacto potencial da versão 2000 das normas ISO 9000, na gestão e certificação da Qualidade: O caso de Empresas Construtoras**. EEPUSP 2004.
- NBR 6118. **Projeto de Estrutura de Concreto**. 2003.
- NBR ISO 9004. **Sistema de Gestão da Qualidade: Diretrizes para Melhoria do Desempenho**. Rio de Janeiro, 2000.
- NBR ISO Família 9000: **Gestão da Qualidade: Normas**. Coletânea. Rio de Janeiro, 1994.
- NBR ISO 9001: **Sistema de Gestão da Qualidade – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2000.