

# **Concrete Show 2017 – Curso Abcic**

## **“Como avaliar a Qualidade das estruturas Pré-moldadas de Concreto”**

**Palestra: “Segurança de Montagem das Estruturas Pré-moldadas de concreto – À Luz da nova versão da norma ABNT - NBR9062”.**

**Eng. Mairon Goulart Leite – SCI Engenharia  
São Paulo – 23/08/2017**

▶- Quando falamos em “**Segurança das montagens**”, não estamos falando somente da “Segurança do trabalho”, estamos falando de todas as ações necessárias para se executar a obra com a responsabilidade requerida. E esta segurança começa a nascer antes de se chegar à obra, sendo já avaliada durante o processo de venda, para que quando chegar a hora da efetiva montagem, tudo já tenha sido estudado, pensado, definido e tomadas as providências adequadas no tempo certo, para se evitar imprevistos de ultima hora.

▶- Para se obter o almejado sucesso nas montagens, todo o trabalho deve estar alicerçado em algumas “**Premissas fundamentais**”. O não cumprimento de qualquer uma dessas premissas, acarreta o risco de não atendermos as expectativas dos envolvidos.

- ▶ - Um “projeto” estudado, otimizado, em consonância com o cliente.
- ▶ - Um “produto” de qualidade, de boa aparência, com o concreto e o aço especificado e nas dimensões previstas.
- ▶ - “Equipes” bem treinadas, tanto nos procedimentos de montagem, quanto nos de qualidade e segurança do trabalho.
- ▶ - “Procedimentos” e normas operacionais adequados.
- ▶ - Uma “logística” de montagem bem estudada, otimizando todos os recursos para atendimento das necessidades da obra.
- ▶ - E um “planejamento” que permita uma integração entre os setores envolvidos da empresa, visando a execução nos prazos, com qualidade e nas condições contratadas.

- Nosso trabalho então, visa apresentar as informações mais importantes relativas a segurança das montagens contidas na nova versão da **ABNT-NBR9062:2017**, principalmente as constantes no **Capítulo 11 - “Montagem de elementos pré-moldados de concreto”**, que foi bastante ampliado.

- A ideia é apresentar as novidades do capítulo 11, fazendo alguns comentários sobre as mais importantes, sempre remetendo aos demais capítulos, quando necessário.

Para facilitar a apresentação , usarei cores diferentes para diferenciar as informações, que ficarão assim convencionadas:

- Sem cor - novidades da revisão.
- Amarelo - meus comentários.
- Verde - informações já existentes e mantidas.

- A ampla revisão que se deu no capítulo 11 , foi em função da grande necessidade das empresas pré-fabricadoras de terem parâmetros em normas brasileiras, para nortear suas ações voltadas para a qualidade e a segurança nas suas montagens.

## 11 Montagem de elementos pré-moldados

A montagem dos elementos pré-moldados, como descrito em 11.1 a 11.6, deve ser realizada sob a orientação e supervisão de um responsável técnico por esta fase, denominado engenheiro de montagem. Este profissional é responsável por todos os itens relacionados à montagem dos elementos.

## ▶ 11.1 Planejamento de montagem

▶ Antes do início da montagem, um planejamento deve ser estabelecido, levando em consideração os seguintes aspectos:

▶

- Grande parte dos itens que serão descritos em seguida, devem ser verificados bem antes do início das montagens, para que se possa direcionar os cronogramas de produção, montagem, projetos e outras providências necessárias para atendimento das expectativas do cliente e da empresa. Aliás, algumas verificações devem acontecer antes da assinatura do contrato.

▶ **11.1.a)** \_\_avaliar previamente possíveis interferências, construções vizinhas, árvores, rede de energia elétrica, existência de tubulações, galerias e manilhas. O acesso externo deve ser avaliado segundo as ruas mais adequadas em função das carretas para a obra em estudo. O acesso interno deve contemplar as condições do solo, nível de lençol freático e outros elementos que podem ser superficiais;

- Como existe a possibilidade de acontecer imprevistos que podem impedir o prosseguimento das montagens, tais como chuva, problemas na ordem de chegada das carretas, etc, deve-se também avaliar e prever uma área para possíveis estocagens na obra, com terreno em condições de suporte adequado.

▶



► **11.1.b)** \_estabelecer a sequência de montagem: constitui-se basicamente da ordenação da montagem de cada peça constituinte da obra, considerando as condições de acesso, equipamento utilizado e requisitos do cliente, quando for o caso. Nesta sequência devem ser previstos procedimentos, a fim de manter a estrutura estável e limitar a inserção de cargas excêntricas. Também deve ser feita a avaliação de quando e como as ligações temporárias e definitivas entre os elementos devem ser completadas. Devem ser considerados o cronograma da obra e as interfaces com a produção e transporte dos elementos, a execução da fundação, limpeza do canteiro e demais atividades que possam estar ocorrendo simultaneamente;

►

► **11.1.c)** atenção especial deve ser dada quando a estabilidade estrutural é crítica, ou quando há dificuldade de execução de determinadas ligações, que devem estar claramente identificadas nos projetos de montagem, conforme a Seção 5. Estes devem incluir todas as informações relevantes (considerando a obra em questão) e devem estar definidos antes do início dos serviços de montagem. Devem ser claramente indicadas as interfaces com outros sistemas construtivos que estejam previstos para a obra, como, por exemplo, estruturas moldadas no local, contenções, entre outros;

► **11.1.d)** o planejamento deve prever a conferência antecipada das fundações, que devem receber a estrutura pré-fabricada. Essa conferência deve contemplar no mínimo a checagem do nível do fundo dos blocos, profundidade de embutimento, locações e tolerâncias em consonância com o projeto de montagem e da fundação da obra em questão;

- O item acima nos remete a possíveis cuidados que devem ser tomados e são descritos no tópico 7.7.5 dessa norma, e mesmo sendo de definição na fase de projetos, ou de responsabilidade do cliente, a equipe de montagem deve estar atenta sobre as condições encontradas na obra.

▶ **7.7.5.1** as paredes do colarinho devem ter espessura não inferior a 15 cm. A espessura da fundação abaixo da base do pilar não pode ser inferior a 20 cm.

▶ **7.7.5.2** O concreto para preenchimento do vazio entre o pilar e o colarinho deve ter no mínimo a mesma característica que o concreto do bloco, devendo ser previsto tamanho máximo do agregado que permita a vibração e a concretagem adequadas da região.

▶ **7.7.5.3** devem ser previstas medidas construtivas adequadas que permitam a correção dos níveis da superfície de apoio dos pilares na fundação, possibilitando a realização da montagem dos pilares dentro dos limites de tolerância estabelecidos em 5.2.2, sendo permitida a utilização de argamassa no fundo do colarinho para este ajuste.

► **7.7.5.5** O espaço entre as paredes internas do cálice e o pilar, levando em conta as tolerâncias envolvidas, deve ser suficiente para permitir a entrada do material de enchimento e, no caso de concreto vibrado, do equipamento de vibração.

► **7.7.5.6** O cobrimento das armaduras do cálice deve seguir os valores indicados na ABNT NBR 6118, podendo, no entanto, ser reduzido para as armaduras localizadas na face interna das paredes do cálice em 1 cm.

► **11.1.e)** a montagem dos elementos pré-fabricados, quando não especificada em projeto, deve ser realizada de forma equilibrada, sempre mantendo-se o equilíbrio da estrutura. Deve-se tomar especial cuidado no caso de vigas com torção durante a montagem, que devem ter dispositivo de segurança adicional ou escoramento para evitar seu giro e tombamento.

## ▶ **11.2 Procedimentos de montagem**

▶ **11.2.1** deve ser elaborado, pelo responsável de montagem, o documento de plano de montagem.

▶ **11.2.2** O plano de montagem deve conter as seguintes informações:

▶ **11.2.2.a)** indicar claramente as instruções de montagem para cada tipo de elemento e a sequência de montagem destes;

▶ **11.2.2.b)** registro da idade dos elementos estruturais a serem montados. Atenção especial deve ser dada a esta informação, pois o concreto deve ter atendido previamente o *fcj* para esta etapa, assim como o módulo de elasticidade, ambos definidos conforme 5.6;

▶ Conforme item 5,6 abaixo, estas informações deverão ser encontradas nos desenhos de execução, e sendo assim é recomendável que os desenhos de execução estejam disponíveis para a equipe de montagem, ou que estas informações também estejam nos desenhos de montagem..

▶ **5.6.1.2** Os desenhos devem incluir, ainda, pelo menos as seguintes informações:

- ▶ e) a armadura adicional a ser colocada na obra, quando for o caso, identificada de forma independente;
- ▶ g) os detalhes das ligações a serem executadas na obra durante ou após a montagem, incluindo as características dos materiais constituintes;
- ▶ **11.2.2.c)** \_fcj especificado em projeto para o concreto a ser empregado nas ligações, que deve ser obedecido para que a montagem prossiga;
- ▶ **11.2.2.d)** \_\_avaliar previamente detalhes de ligações e juntas permanentes;
- ▶ **11.2.2.e)** \_\_avaliar previamente apoios e sistemas de suporte temporários;
- ▶ **11.2.2.f)** \_avaliar previamente a sequência de capeamento das lajes alveolares;
- ▶ **11.2.2.g)** \_evidenciar que os equipamentos de montagem, bem como os dispositivos auxiliares, foram escolhidos corretamente e atendem às necessidades da obra. Os equipamentos devem estar em condições de uso, com plano de manutenção em dia e, quando aplicável, com os respectivos certificados de ensaios realizados;

▶ O item 10 desta norma trata das providências necessárias ao manuseio.

### ▶ **10.1 Manuseio**

▶ Os elementos pré-moldados devem ser suspensos e movimentados por intermédio de máquinas, equipamentos e acessórios apropriados em pontos de suspensão localizados nas peças de concreto perfeitamente definidos em projeto, evitando-se choques e movimentos abruptos. Devem ser obedecidas as especificações do projeto de içamento (ângulos e posicionamentos) para os cabos de aço e outros dispositivos de içamento, conforme disposto em 5.3.3. As máquinas de suspensão, balancins, cabos de aço, ganchos e outros dispositivos devem ser dimensionados levando-se em conta as solicitações dinâmicas, conforme o disposto em 5.3.2.



- ▶ **11.2.2.h)** fazer referência à legislação de segurança vigente;
- ▶ - A empresa deve ter o seu programa de segurança documentado por escrito. Em função dos riscos envolvidos nas atividades de montagem, só podem participar das operações funcionários capacitados e treinados nas práticas e procedimentos de cada função. O treinamento é tratado no item 18.28 da NR 18.
- ▶ - Abaixo algumas das normas mais importantes que devem ser atentadas:
- ▶ NR6 - Equipamentos de proteção individual.
- ▶ NR7 - Programa de controle médico de saúde ocupacional (PCMSO).
- ▶ NR9 - Programa de prevenção de riscos ambientais (PPRA).
- ▶ NR11 - Transporte, movimentação, armazenagem e manuseio dos materiais.
- ▶ NR12 - Máquinas e equipamentos.
- ▶ NR15 - Atividades e operações insalubres.
- ▶ NR18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção.
- ▶ NR24 - Condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho.
- ▶ NR26 - Sinalizações de segurança.
- ▶ NR35 - Trabalhos em altura.

► **11.2.2.i)** documento específico de registro, elaborado em comum acordo com o cliente, detalhando as responsabilidades pelos equipamentos de proteção coletiva, controle de entrada e saída da obra, isolamentos e sinalizações das áreas de risco;

► **11.2.2.j)** plano de *Rigging*, que deve ser estabelecido em todas as obras, conforme definido em 3.17, para escolha adequada de equipamentos. Para a completa eficiência da escolha, é necessário que todo o projeto seja conhecido, bem como local e terreno, obstruções e tipo de terreno onde devem ser executadas as montagens;

► **11.2.2.k)** caso exista necessidade de interface com o cliente, com a execução de ligações, concretagens ou outros serviços, deve existir um documento que comprove que foram discutidas e definidas as necessidade e responsabilidades de cada um no processo;

► **11.2.2.l)** \_ao final das montagens o fornecedor da estrutura deve se reunir com o cliente, deixando claras as informações relativas aos trabalhos ainda não executados ou concluídos, de responsabilidade do cliente. Essa reunião deve ser documentada para garantia dos dois lados;

► **11.2.2.m)** \_em estruturas ou edificações sem ligações provisórias ou travamentos definitivos, a montagem deve ser realizada preferencialmente em uma sequência que considere etapas de até dois pavimentos de laje ou altura de 12 m. A condição de montagem faz parte do plano de montagem e deve ser aprovada pelo responsável pelo projeto.

► **11.2.3** devem ser utilizadas as tolerâncias de montagem estabelecidas em 5.2.2.6 a 5.2.2.9.

► - Algumas empresas utilizam tolerâncias mais restritivas e abrangentes , valendo-se de sua experiência adquirida.

- ▶ **11.2.4** as alças devem ser solicitadas por barras de aço ou cordoalhas ou cabos que formam com o elemento estrutural um ângulo mínimo de  $45^\circ$ .
- ▶ **11.2.5** a alça constituída de cordoalha deve ser inspecionada para verificar se ela permanece íntegra, não apresentando separação de fios.
- ▶ **11.2.6** após a montagem dos elementos, as alças de içamento devem ser sempre cortadas e a armadura deve ser tratada de maneira a evitar pontos de corrosão. Caso seja prevista a permanência da alça, esta deve ser tratada de maneira a não sofrer danos por corrosão. Permite-se a permanência da alça nos elementos compostos ou mistos, desde que convenientemente envolvida pelo concreto moldado no local.

► **11.2.7** deve-se verificar o desaprumo da estrutura durante e após a montagem, garantindo os deslocamentos máximos, conforme especificado em 5.2.2.6 e 5.2.3.

► **5.2.2.6** Quanto à montagem, os elementos pré-moldados devem ter sua tolerância conforme estabelecido a seguir:

► **a)** a tolerância para montagem em planta é de  $\pm 1,0$  cm entre apoios consecutivos, não podendo exceder o valor acumulado de 0,1 % do comprimento da estrutura;

► **b)** a tolerância em relação à verticalidade é de  $\pm 1/300$  da altura até o máximo de 2,5 cm, verificada logo após a montagem do elemento pilar;

► **c)** a tolerância em relação ao nível dos apoios é de  $\pm 1,0$  cm, não podendo exceder o valor acumulado de 3,0 cm, quaisquer que sejam as dimensões longitudinal e transversal da estrutura, exceto para caminhos de rolamento, quando este valor é de 2,0 cm;

► **d)** a tolerância em planta e em elevação para montagem dos pilares é de  $\pm 1,0$  cm;

► **e)** a tolerância em planta para montagem dos blocos pré-moldados sobre a fundação é de  $\pm 4,0$  cm;

► **f)** na montagem de elementos que tenham um contorno justaposto a um contorno semelhante, a tolerância de justaposição é de  $\pm 2,0$  cm.

**5.2.3.2** A excentricidade de desaprumo deve ser considerada igual a  $H/400$  em ambas as direções do pilar, sendo que  $H$  corresponde aos valores de  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$  e assim sucessivamente, conforme Figura 6.

**5.2.3.4** na montagem da estrutura, conforme Seção 11, o limite de 5.2.3.2 não pode ser ultrapassado.

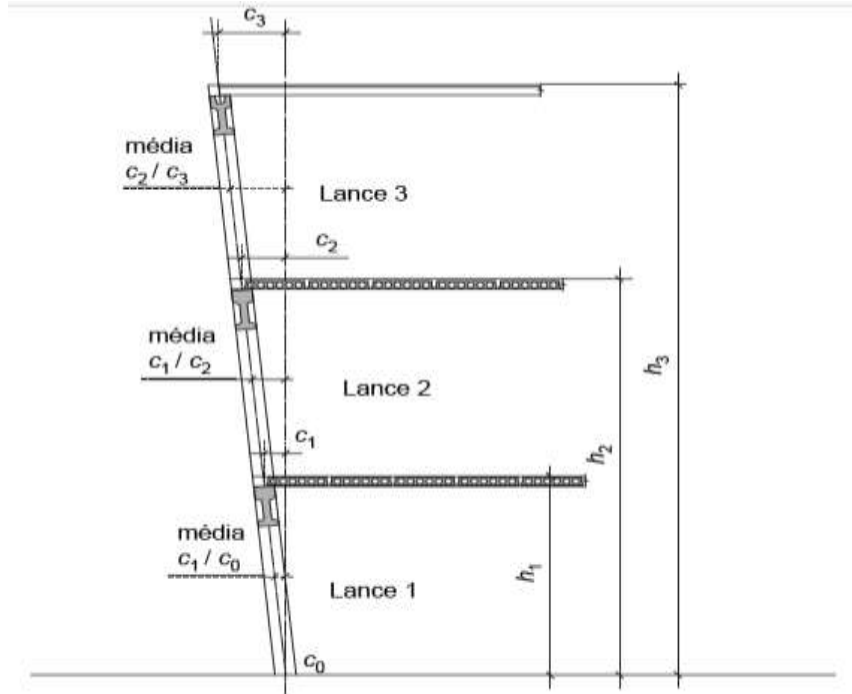


Figura 6 – Excentricidades de desaprumo da estrutura montada

► **11.2.8** Devem ser tomados especiais cuidados nas juntas de dilatação. É obrigatório o detalhe dos materiais e a forma de instalação dos materiais constituintes da junta. É necessário que a concretagem do capeamento seja fiscalizada de maneira que se garanta o perfeito funcionamento da junta.

► **11.2.9** Os aparelhos de apoio devem ser instalados sempre de maneira a garantir as distâncias de bordas dos elementos definidas em projeto e de acordo com 7.3.3.

► **7.3.3.4** A distância  $a_2$  da face externa da almofada de apoio à face externa do consolo deve ser no mínimo:

► **a)**  $a_2 = c + \emptyset$ , para o tirante ancorado por barra transversal soldada de mesmo diâmetro, conforme a Figura 17;

► - As locações das almofadas devem estar claramente definidas nos projetos de montagem, pois dependendo do detalhamento das armações dos consolos, seria impossível a definição da distância correta do afastamento da face do consolo, na obra. Sendo o mais adequado, que as almofadas já viessem coladas no local previsto pelo projeto, de fábrica.

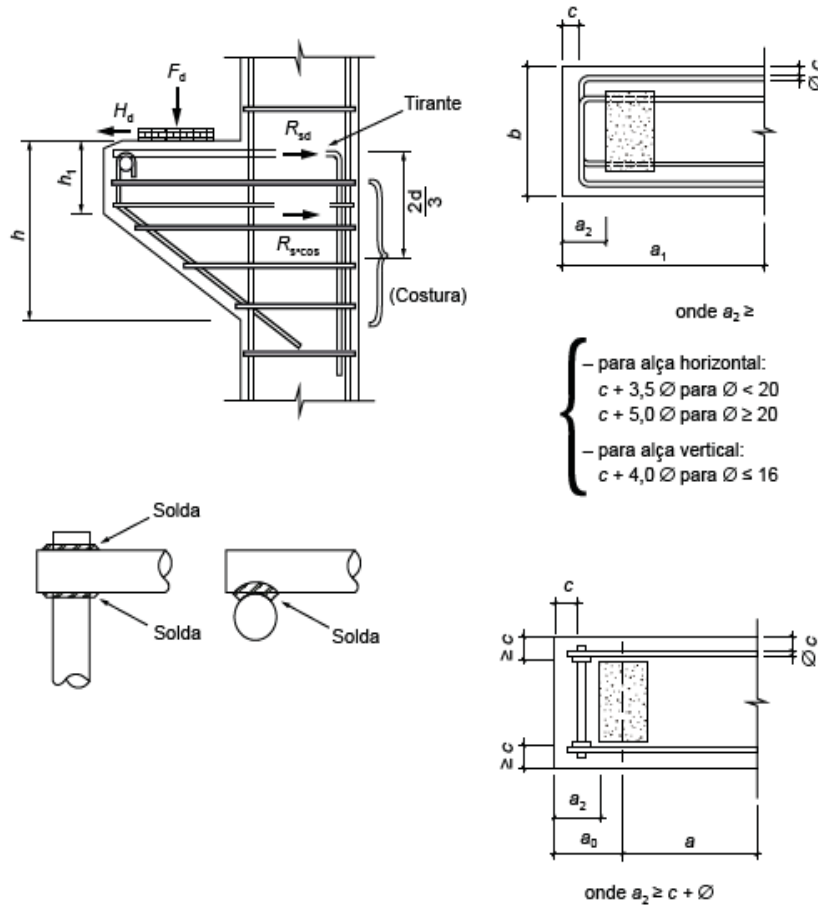


Figura 17 – Armadura típica de um consolo curto



► **11.2.10** Devem ser tomados especiais cuidados durante a montagem de elementos que eventualmente tenham sofrido colisão com outros elementos já montados ou do estoque. Caso este acidente ocorra, deve ser realizada análise de eventual fissura ou ruptura em ambas os elementos, tomando-se as medidas necessárias para a correção da não conformidade.

#### ► **11.4 Contraventamento e apoios**

► **11.4.1** Os elementos estruturais devem estar devidamente apoiados e escorados, a fim de assegurar alinhamento e integridade estrutural durante a montagem, até que as ligações definitivas (permanentes) estejam concluídas.

► O item **5.2** já nos chama a atenção para estas providências.

► **5.2.1.5** A fase final de construção não se considera encerrada, senão quando houver a ligação definitiva do elemento com os outros elementos da estrutura.

▶ **11.4.2** Quando necessário, os sistemas de contraventamento devem ser instalados antes do elemento ser solto do guindaste. Caso este cuidado não seja necessário, assegurar que os elementos somente sejam soltos do guindaste quando estiverem devidamente apoiados. Sistemas com parafusos ou soldas devem ser verificados, a fim de assegurar sua integridade.

## ▶ **11.5 Calços para nivelamento**

▶ **11.5.1** Os calços devem ser compostos por material adequado para suportar as cargas previstas. Concreto no concreto ou concreto no aço devem ser evitados.

▶ **11.5.2** Os calços devem suportar a carga total do elemento pré-moldado e devem prover apoio adequado para a não movimentação, até que o elemento esteja totalmente incorporado na estrutura principal. É recomendável que os calços sejam usados sobre uma base sólida e que sejam evitadas camadas de espessura reduzida moldadas no local.

## ► **11.6 Escoramento**

► **11.6.1** Todos os requisitos de escoramentos temporários devem ser informados no projeto, devendo ser dimensionados pelo responsável pelo escoramento.

► **11.6.2** O escoramento que suporta vigas deve absorver possíveis mudanças da distribuição do carregamento durante o processo de construção.

► **11.6.3** O apoio das vigas pré-fabricadas pode não ser adequado para a transferência de cargas altas durante a construção e pode ser necessário escoramento total nos dois extremos, como, por exemplo, nas situações em que o pilar apresenta apoio insuficiente para a viga. Esta condição não se restringe a este caso.

► **11.6.4** Se o projeto estrutural especificar que as vigas devem ser suportadas com o uso de escoramento no meio do vão, esta exigência deve ser claramente colocada no contrato e no projeto indicativo de montagem da peça.

► **11.6.5** Onde as vigas têm elementos de pisos apoiados em fase transitória da construção, elas podem não ter um carregamento distribuído uniformemente. Painéis de piso longos dispostos de um só lado da viga podem fazer com que ela gire sobre o escoramento. Nestas circunstâncias, cada borda da viga pode requerer um escoramento individual temporário.

► **11.6.6** Todos os escoramentos provisórios devem estar posicionados, ajustados para os níveis corretos, considerando contraflechas necessárias, e totalmente contraventados antes do início da montagem das vigas pré-fabricadas, a não ser que exista recomendação específica em contrário.

- ▶ **11.6.7** Os escoramentos temporários devem dar suporte para todas as cargas de construção, inclusive para o peso próprio dos pisos já terminados e considerando possíveis concentrações de carga no processo construtivo, a não ser que especificamente declarado em contrário.
- ▶ **11.6.8** Devem constar, em documento formal no projeto do escoramento, a duração e a sequência do escoramento.
- ▶ **11.6.9** Havendo recomendação específica, todos os escoramentos provisórios devem estar posicionados e ajustados para os níveis corretos, considerando contraflechas necessárias, e totalmente contraventados antes do início da montagem das lajes pré-fabricadas.
- ▶ **11.6.10** Os escoramentos devem ser verticais e contraventados para prevenir deslocamento lateral do conjunto ou flambagem de escoras individuais.

- ▶ - No item 12, são dadas as diretrizes para controle e inspeção de uma forma geral, mas vamos nos ater aos temas ligados às montagens.

## ▶ **12 Controle de execução e inspeção**

▶ **12.1.6** Para a definição dos parâmetros de inspeção e recepção quanto à aparência, cantos, cor, rebarbas, textura, baixos-relevos e assemelhados, o fabricante ou o construtor deve apresentar amostras, representativas da qualidade especificada, que devem ser aprovadas pelo proprietário pela fiscalização e constituir o termo de comparação para o controle da qualidade do produto acabado.

▶ - As definições descritas acima devem acontecer durante o processo da venda, para que não se tenha problemas na entrega da obra, por expectativas diferenciadas do cliente.

▶ **12.1.9** A eventual utilização na obra de elementos fora das tolerâncias estabelecidas, desde que não comprometa o desempenho estrutural, arquitetônico ou a durabilidade da obra como um todo, deve ser devidamente aprovada antes da montagem e documentada pelas partes envolvidas no processo.

## ▶ 12.10 Montagem

- ▶ No controle da qualidade da montagem, deve-se proceder à:
  - ▶ a) verificação da locação e dos níveis das fundações, de forma a atender às especificações da ABNT NBR 6122 e ao disposto em 5.2.2;
  - ▶ b) verificação da montagem dos pilares, de forma a atender ao disposto em 5.2.2;
  - ▶ c) verificação da montagem dos elementos, de forma a atender ao disposto em 5.2.2;
  - ▶ d) verificação da execução das ligações, conforme especificações do projeto;
  - ▶ e) verificação da execução de fôrmas, armações e concreto moldado no local, conforme especificações do projeto;
  - ▶ f) verificação dos acabamentos especificados no projeto e da limpeza final dos elementos.
  - ▶ g) verificação do estabelecido na Seção 11.

▶ Para quem é afiliado à ABCIC, além das normas pertinentes, deve-se também, atender aos requisitos definidos pela entidade, para manter em vigor o “Selo Excelência ABCIC”

▶ Pensando em seus afiliados, a ABCIC está desenvolvendo um manual de “Montagens de pré-fabricados de concreto”, manual este, que está dividido em vários capítulos que explicitam melhor os vários conceitos e processos de montagens dos elementos pré-moldados de concreto.





### Endereço Comercial

Rua Soares do Couto, 141, Sala 1, Vila Paris  
Belo Horizonte / MG - Brasil  
Celular: (031) 99796-6873.

SOLUÇÕES EM CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA  
CONSULTORIAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO  
INSPEÇÕES PREDIAIS, PERICIAS E AVALIAÇÕES IMOBILIÁRIAS

# OBRIGADO!

Eng. Mairon Goulart Leite - SCI Engenharia



[mairongleite@scieng.com.br](mailto:mairongleite@scieng.com.br)



[www.scieng.com.br](http://www.scieng.com.br)