Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.12, 2023
ISSN 2178-6925

PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO – UM ESTUDO DA NBR 14931 – 2004

CONCRETE STRUCTURES EXECUTION PROCEDURES - A STUDY OF NBR 18931 - 2004

Caio Silva Soares
Graduando em Engenharia Civil,
Faculdade Presidente Antônio Carlos –
Teófilo Otoni, Brasil
E-mail: caiozf807@gmail.com

Fábio Francisco Costa Ribeiro
Graduando em Engenharia Civil,
Faculdade Presidente Antônio Carlos –
Teófilo Otoni, Brasil
E-mail: fabiotenet@yahoo.com.br

Luan Almeida Pereira Santos
Graduando em Engenharia Civil,
Faculdade Presidente Antônio Carlos –
Teófilo Otoni, Brasil
E-mail: luan.almeidaa08@gmail.com

Pedro Emílio Amador Salomão
Licencia, Bacharel, Mestre e Doutor e Química,
Faculdade Presidente Antônio Carlos –
Teófilo Otoni, Brasil
E-mail: pedroemilioamador@yahoo.com.br

Resumo

O concreto é o material mais utilizado e modificável da construção civil, por isso existem diversas normas relacionadas ao dimensionamento de estruturas, produção, transporte e aplicação deste material, como: NBR 6118**,** NBR 6122, NBR 12655, NBR 14931, etc. A norma fonte deste estudo, ABNT NBR 14931 - Execução de estruturas de concreto –

Procedimento, trata dos requisitos necessários para a execução de estruturas de concreto projetadas de acordo com as NBR 6118 e NBR 6122. O presente trabalho faz um estudo da NBR 14931, destacando os principais requisitos apresentados pela norma para execução das estruturas de concreto.

Palavras-chave
Concreto; NBR-14931; Revisão bibliográfica.

Abstract

Concrete is the most used and modifiable material in civil construction, which is why there are several standards related to the design of structures, production, transport and application of this material, such as: NBR 6118, NBR 6122, NBR 12655, NBR 14931, etc. The source standard for this study, ABNT NBR 14931 - Execution of concrete structures – Procedure, deals with the requirements necessary for the execution of concrete structures designed in accordance with NBR 6118 and NBR 6122. The present work makes a study of NBR 14931, highlighting the main requirements presented by the standard for the execution of concrete structures.

Key words
Concrete; NBR-14931, Literature review Concreto.

1. Introdução

O concreto é um dos poucos materiais de construção em que os engenheiros civis e arquitetos ainda possui acesso direto a sua produção, seja no canteiro de obras ou em usinas dosadoras, podendo interferir diretamente nas especificações e produção do material (HELENE, 2010).

Diante disso, foram desenvolvidas diversas normas relacionadas ao concreto para manter o controle de todas as etapas que envolvem a produção e consumo deste material.

O desenvolvimento das normas estabelecem regras a serem seguidas durante a execução das atividades que envolvem o material, indicando quais os melhores produtos e os procedimentos necessários para que o serviço aconteça de forma segura tanto para o trabalhador que está executando a obra, quanto para o consumidor do produto final.

A norma responsável pelos requisitos gerais e específicos para a execução de estruturas de concreto é a ABNT NBR 14931:2004 - Execução de estruturas de concreto – Procedimento, a qual será objeto de estudo deste trabalho. Assim este trabalho trata-se de uma revisão bibliográfica, a qual realiza um estudo da NBR 14931 destacando principais ações e cuidados a serem tomados na execução de estruturas de concreto, com o obejtivo de facilitar o acesso e entendimento ao processos de execução dessas estruturas.

2. Revisão da Literatura

2.1 O uso do Concreto na construção civil

O concreto é o mais importante material estrutural utilizado atualmente, seu emprego na construção civil se dá há mais de 2.000 anos, quando se desenvolveram uma mistura de cinzas vulcânicas e cal hidratada que foram utilizados em construções como a Via Ápia e o Coliseu. Ao longo desses anos suas técnicas de produção e aplicação tem sido amplamente estudadas afim de melhorar suas características para atender as novas demandas da construção civil (AÏTCIN, 2000 *apud* OLIVEIRA, 2018).

Atualmente o concreto mais utilizado nas construções de estruturas é o concreto de cimento Portland, que teve seu desenvolvimento em meados do século XIX, após o surgimento da patente do cimento Portland em 1824 por Joseph Aspdin, desde então seu uso tem se intensificado ano após ano com o crescimento da construção civil.

Hoje o concreto de cimento Portland é o material mais consumido pelo homem depois da água. Calcula-se que no ano de 2014 as usinas de concreto produziram cerca de 2,4 bilhões de metros cúbicos de concreto, sendo o brasil reponsável pela produção de cerca de 30 milhoes de metros cúbicos (LIMA et al, 2014).

2.2 Concreto de cimento Portland

Segundo a NBR 12655:2015 o concreto de cimento Portland é definido como um material formado pela mistura homogênea de cimento, água e agregados graúdos e miúdos, com ou sem a incorporação de outros componentes em menores quantidades (aditivos químicos, pigmentos, metacaulim, sílica ativa e outros materiais), que desenvolve suas propriedades a partir do endurecimento da pasta de cimento e água.

Na mistura do concreto, o Cimento Portland misturado com a água, forma uma pasta, que envolve as partículas de agregados para produzir um material, que, nas

primeiras horas, ainda fresco, apresenta comportamento fluído, o que permite sua modelagem em formas e tamanhos os mais variados. Com o tempo, a mistura endurece de forma irreversível pela reação da água com o cimento e adquire resistência mecânica similar às das rochas naturais o que o torna um material de excelente desempenho estrutural, sob os mais diversos ambientes de exposição (HELENE, 2010).

2.3 Propriedades do Concreto

Para se obter um melhor no uso do concreto, é importante que se tenha o controle de algumas propriedades importantes do concreto, tanto no estado fresco quanto endurecido, pois essas propriedades afetam diretamente na resistência, na qualidade e na vida útil das peças de concreto, abaixo, desta-se algumas das principais propriedades deste material nos estados fresco e endurecido.

2.3.1 Propriedades Do Concreto Fresco

O concreto fresco é considerado assim até o momento em que se dá o início da pega do aglomenrante, onde ele ainda apresenta estado fluído ou plástico o que permite a reorganização das suas particulas. Esse período compreende entre 1 e 5 horas da realização da mistura e compreende o intervalo de tempo necessário para que o concreto possa ser misturado, transportado, lançado e adensado.

Ainda no estado fresco, logo após a realização da mistura do concreto, já é possível avaliar algumas de suas propriedades, o controle destas propriedades deve ser rigoroso, pois afetam diretamente no transporte, lançamento e adensamento do material, além de influenciar diretamente nas propriedades do concreto endurecido. Dentre as propriedades do concreto no estado fresco, destaca-se na execução de estruturas de concreto a sua trabalhabilidade.

2.3.1.1 Trabalhabilidade do concreto

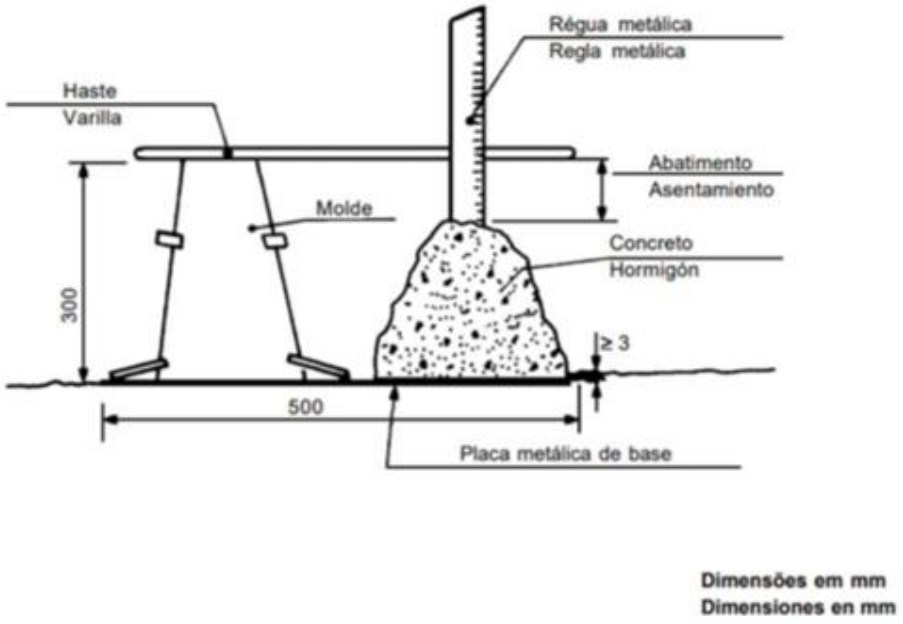
Petrucci (1965, *apud* BOGGIO, 2000), define como trabalhabilidade, a aptidão do concreto fresco em ser empregado com determinada finalidade, de maneira que não haja perda de sua homogeneidade, nos processos de transporte e aplicação.

De acordo com Oliveira *et al* (2019), o conceito de trabalhabilidade apresenta-se muito vago, pois sua definição está diretamente associada ao local em que o concreto será utilizado. Assim Um concreto com uma trabalhável para a produção de pré-moldados não é considerado com boa trabalhabilidade para a aplicação em um pilar,

viga ou laje de uma obra.

A trabalhabilidade do concreto é medida pela determinação da consistência do concreto, realizada de acordo com a NBR 7223/82, através do ensaio de abatimento do tronco de cone popularmente conhecido como *"Slump Test"*, conforme a Figura 1.

Figura 1: Determinação do abatimento



Fonte: NBR NM 67 (ABNT, 1998, p. 8).

Neste ensaio são colocadas 3 (três) camadas de concreto de mesma altura no tronco de cone com D= 200 mm; d= 100 mm e h= 300 mm. A cada uma dessas camadas são aplicados 25 golpes com uma haste padrão com diâmetro de 16 mm, de forma homogênea em toda a superfície da camada sem que atinja a camada abaixo. Após o preenchimento do cone deve-se regularizar a superfície do molde e retirá-lo com movimento constante para cima durante 5 a 10 segundos. Ao final, o abatimento do concreto é determinado medindo a diferença entre a altura do molde e do eixo do corpo de prova.

De acordo com Helene e Andrade (2010), a trabalhabilidade do concreto é influenciada tanto por fatores intrínsecos, como a sua relação água/cimento; traço; teor de argamassa; tamanho, textura e forma dos agregados, quanto por fatores externos, como condições de transporte, lançamento, características da fôrma, esbelteza dos elementos, densidade e distribuição das armaduras, dentre outros fatores. Esses fatores externos são os principais fatores estudados pela norma 14931.

2.3.2 Propriedades do Concreto endurecido

O concreto endurecido é o material obtido após o fim da pega do cimento presente na mistura dos componetes do concreto. Nesse estado o concreto já apresenta forma definida, elevada resistência mecânica e grande durabilidade em relação às intempéries e a abrasividade.

As propriedades do concreto endurecido estão intrinsicamente ligadas à relação água/cimento, as reações de hidratação da pasta de cimento e água, e das condições de cura. Dentre as propriedades do concreto endurecido destaca-se a propriedade caracteristica, a resistência à compressão (OLIVEIRA *et al,* 2019).

2.3.2.1 Resistência a compressão

Representada pelo símbolo "f_{ck}" e expressa pela unidade de medida Mpa, a resistência à compressão é a característica dos concretos mais importante para a engenharia, pois esta é a capacidade que o concreto possui em resistir à uma determinada carga sem sofrer ruptura.

A resistência à compressão pode ser obtida em ensaios de compressão uniaxial sobre corpos de prova cilíndricos com dimensões de 15 x 30 cm ou 10 x 20 cm, moldados de acordo com a NBR 5738 (ABNT, 2016) e rompidos conforme estabelece a NBR 5739 (ABNT, 2018). A Figura 2 abaixo mostra o molde de um corpo de prova juntamente com um corpo de prova produzido.

Figura 2: Corpo de prova e molde



Fonte: Resende (2012).

De acordo com a NBR 5739 (ABNT, 1994), a carga deve ser transmitida de forma homogênea da prensa para a superfície do corpo de prova, pois os resultados dos ensaios à compressão podem ser influenciados por uma má distribuição da carga sobre a superfície do corpo-de-prova.

A partir de resultados dos ensaios de compressão são traçados diagramas que relacionam as tensões com as deformações do material. o cálculo da desistência deve ser realizado a partir da Fórmula 1:

$$f_c = \frac{4F}{\pi * D^2} \quad (1)$$

Onde:

f_c= Resistência à compressão, expressa em Mega Pascal (MPa);

F=Força máxima alcançada expressa em Newtons (N);

D= Diâmetro do corpo de prova, expressa em milímetros (mm).

A partir da resistência a compressão é possível estimar, de forma indireta, outras características do material como as resistências à tração e à flexão e o módulo de deformação.

2.4 A NBR 14931

A NBR 14931 foi elaborada pela Comissão de Estudo de Execução de Estruturas de Concreto no comitê Brasileiro de Construção Civil. A elaboração dessa norma se fez necessária após a mudança da norma de Procedimento de Projeto de

estruturas de concreto — NBR 6118:2003 com relação ao escolpo original de 1980.

Esta Norma estabelece os requisitos para a execução de estruturas de concreto, sejam elas temporárias ou permanentes. Em particular, esta Norma define requisitos detalhados para a execução de obras projetadas de acordo com as normas ABNT NBR 6118:2003 e ABNT NBR 6122:1996.

Visto a grande utilização das estruturas de concreto para a construção civil, é importante o domínio e controle dos processos construtivos das mesmas, para garantir a qualidade das construções brasileiras. Assim o estudo em questão faz uma análise da NBR 14931, destacando as principais orientações a serem seguidas na execução das estuturas em concreto, visando garantir uma maior qualidade e segurança na concretagem das estruturas.

2.5 Requisitos Gerais da Norma

A NBR 14931 trata dos procedimentos de execução de estruturas de concreto, as quais devem ser executadas de acordo com seus projetos de estruturas e de fundações, elaborados de acordo com as Normas Brasileiras como, NBR 6118, NBR 6122, NBR 7187.

As especificações de projeto devem conter todas as informações necessárias e requisitos técnicos para a execução da estrutura de concreto, considerando as normas nacionais e necessidades específicas do local da obra.

O concreto utilizado nas estruturas deve ser preparado de forma de forma que atenda a todos os critérios de controle da qualidade previstos na ABNT NBR 12655. Caso o concreto seja dosado em uma central, o concreto deve ainda, obedecer a ABNT NBR 7212.

2.6 Tolerâncias

A execução das estruturas de concreto deve ser a mais precisa possível, para que suas dimensões, forma e posição, bem como as dimensões e posição da armadura obedeçam às indicações do projeto de forma mais fiel possível.

A NBR 14931 apresenta em seu item 9.2.4 as tolerâncias dimensionais que devem ser respeitadas caso o plano da obra não apresente disposições mais rigorosas.

Tabela 01 - Tolerâncias dimensionais para as seções transversais de elementos estruturais lineares e para a espessura de elementos estruturais de superfície

Dimensão (a)	**Tolerância (t)**
a ≤ 60	± 5
60 < a ≤ 120	± 7
120 < a ≤ 250	± 10
a > 250	± 0,4% da dimensão

Fonte: NBR 14931 (ABNT, 2004).

Tabela 02 - Tolerâncias dimensionais para o comprimento de elementos estruturais lineares

Dimensão (l) m	**Tolerância (t) mm**
l ≤ 3	± 5
3 < l ≤ 5	± 10
5 < l ≤ 15	± 15
l > 15	± 20
NOTA: A tolerância dimensional de elementos lineares justapostos deve ser considerada sobre a dimensão total.	

Fonte: NBR 14931 (ABNT, 2004).

Para o “colarinho” dos pilares de um pavimento, a norma permite uma tolerância ± 5 mm para a posição dos eixos de cada pilar em relação ao projeto.

A NBR 14931 limita a tolerância individual de desaprumo e desalinhamento de elementos estruturais lineares, a l /500 ou 5 mm, adotando sempre o maior valor. Já a tolerância acumulada deve obedecer à seguinte equação:

$$t_{tot} \leq 8\sqrt{H_{tot}}$$

Onde:

t_{tot} é a tolerância cumulativa ou total da edificação, em milimetros;

H_{tot} é a altura da edificação, em metros.

Quanto ao nivelamento das fôrmas, antes da concretagem, a tolerância permitinda com relação às cotas de projeto, deve respeitar a seguinte fórmula.

$$5mm \leq t \leq \frac{l}{1000} \leq 10mm$$

Onde:

t é a tolerância do nivelamento da fôrma, em milimetros.

l é a maior dimensão da fôrma, em metros.

Já para o nivelamento do pavimento após realizada a concretagem, ainda com ele escorado, as tolerâncias com relação às cotas de projeto são exclusivamente devido ao peso próprio, e são estabelecidas pela fórmula a seguir:

$$5mm \leq t \leq \frac{l}{1000} \leq 40mm$$

t é a tolerância do nivelamento do pavimento, em milimetros.

l é a maior dimensão do pavimento, em metros.

2.7 Sistema de fôrmas

O sistema de fôrmas, trata-se de um conjunto compreendido por fôrmas, escoramento, cimbramento e andaimes, incluindo seus apoios, uniões e outros elementos. Este deve ser projetado e executado de modo que seja resistente às ações as quais será submetido durante o processo de construção da estrutura, e apresente rigidez suficiente para que as tolerâncias especificadas pela NBR 14931 e pelas especificações do projeto sejam satisfeitas e mantenha a integridade dos elementos.

O sistema de fôrmas deve ser projetado por profissional qualificado, seguindo às determinações das ABNT NBR 7190 e ABNT NBR 8800, respectivamente, quando se tratarem de estruturas de madeira ou metálicas.

2.7.1 Escoramento

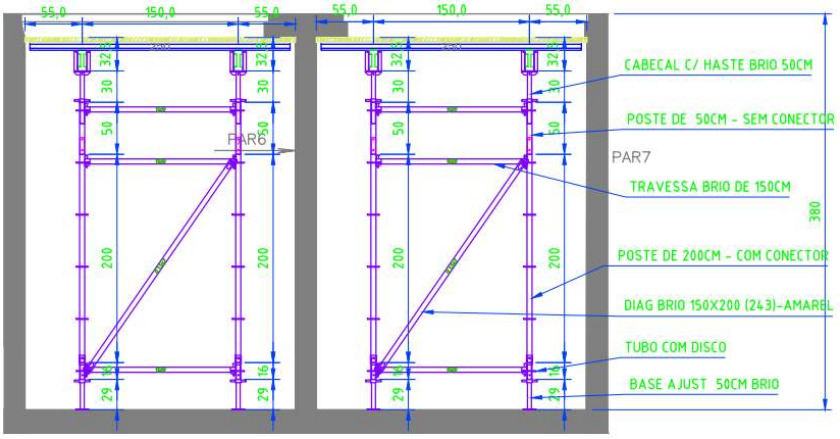
O escoramento deve ser projetado para suportar as ações de seu próprio peso, do peso da estrutura e das demais cargas acidentais que possam ocorrer durante a execução da estrutura de concreto, sem sofrer deformações que venham a prejudicar o formato da estrutura.

A construção do escoramento deve ser realizado já prevendo a sua remoção, sendo assim o escoramento deve ser executado sobre cunhas, caixas de areia ou outros dispositivos que facilitem a remoção das escoras, de maneira que a estrutura não sofra impactos, sobrecargas ou outros danos.

Outro cuidado a ser tomado no projeto de escoramento é em relação aos recalques provocadas pelas cargas transmitidas pelo escoramento ao solo ou à estrutura que suporta o escoramento, para isso pode-se fazer uso do de lastro, piso de

concreto ou pranchões para corrigir as irregularidades e melhor distribuição de cargas. A figura 3 abaixo apresenta um escoramento devidamente projetado.

Figura 3: Projeto de escoramento (Cimbramento)



Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

2.7.2 Fôrmas

As fôrmas devem se adaptar ao formato e às dimensões das peças da estrutura projetada, respeitando sempre as tolerâncias permitidas no item 9.2.4 da NBR 14931, bem como as exigências do projeto. Elas dever ser estanques o suficiente, para impedir a passagem da pasta de cimento. Os elementos das fôrmas devem ser dispostos de forma que mantenham o formato e a posição original da fôrma durante toda sua utilização. Durante a concretagem de elementos de grande vão deve-se monitorar e corrigir os deslocamentos não previstos nos projetos que possam vir a surgir no sistema de fôrmas. Na figura 4 abaixo vemos a forma de uma estrutura, devidamente montada, amarrada e escorada em suas laterais.

Figura 4: Forma de uma estrutura



Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

2.7.3 Execução do sistema de fôrmas

Uma boa execução do sistema de fôrmas pode gerar economia para sua obra, pois além de pertmitir o reaproveitamento das fôrmas e materiais utilizados em outras etapas da construção, a correta execução da fôrmas evita o uso descnecessário de concreto, bem como o retrabalho para corrigir às irregularidades da estrutura.

As caracteristicas de uma estrutura de concreto não podem ser prejudicadas por conta de qualquer problema com as fôrmas ou escoramento.

O plano da obra deve descrever o método a ser seguido na construção e remoção dessas estruturas, devendo especificar os requisitos para manuseio, ajuste, contraflecha intencional, desforma e remoção.

2.8 Concretagem

A concretagem é a fase final de um conjunto de etapas relacionadas a construção de um elemento de concreto. Basicamente, essa fase consiste no lançamento e adensamento do concreto. A concretagem apenas pode ser liberada para execução depois de verificada a qualidade das atividades que precedem esta etapa.

Assim para a liberação da concretagem deve-se verificar se as fôrmas estão consolidadas e limpas, se o escoramento está firme e devidamente fixados, se as armaduras estão corretamente dispostas e se as instalações embutidas estão devidamente posicionadas.

2.4.1 Cuidados preliminares

2.4.1.1 Fôrmas

Antes de realizar o lançamento do concreto as fôrmas devem ter suas dimensões, nível e prumo devidamente conferidas com a planta de fôrmas a para se assegurar que a geometria da estrutura estejam conforme o estabelecido no projeto, admitindo-se as tolerâncias previstas.

Deve-se verificar se as superfícies internas das fôrmas encontram-se limpas, e caso não estejam, realizar a limpeza das mesmas. Nas fôrmas de elementos esbeltos, devem ser deixadas aberturas provisórias próximas ao fundo, para facilitar a limpeza da mesma. A estanqueidade das juntas também devem ser verificadas para que não haja perda de pasta de cimento ou argamassa.

Quando executadas com materiais que absorvam a água ou facilitem a

evaporação, as fôrmas devem ser molhadas até a sua saturação, para minimizar a perda de água do concreto, devendo ser retirado o excesso de água.

É permitido o uso de agentes desmoldantes nas fôrmas para facilitarem a desmoldagem das mesmas. Sua aplicação deve ser feita de acordo com as especificações do fabricante, exclusivamente na fôrma antes da colocação da armadura.

2.4.1.2 Escoramentos

O escoramento das estruturas e das fôrmas é um importante procedimento executado antes da concretagem, pois garante que haja a sustentação temporária dos elementos até que estes atinjam sua resistência média à compressão.

É importante que antes do lançamento do concreto, as posições e condições estruturais do escoramento sejam devidamente conferidas a fim de assegurar que as dimensões e posições das fôrmas se mantenham durante a execução. Na figura 5 temos o escoramento de uma estrutura corretamente executado.

Figura 5: Escoramento do fundo de de forma



Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

2.4.1.3 Armadura

A montagem, o posicionamento e o cobrimento especificados para as armaduras passivas devem ser conferidos com o projeto de armação desenvolvido de acordo com a NBR 6118.

As barras de aço devem estar limpas e livres de ferrugem e substâncias que possam vir a afetar de maneira prejudicial o aço, o concreto ou a aderência entre esses materiais. As armaduras que apresentem sinais de ferrugem ou outros produtos do

processo de corrosão em sua superfície, devem receber uma limpeza superficial e ter suas condições de uso avaliadas antes do lançamento do concreto. Armaduras levemente oxidadas por exposição ao tempo, sem redução significativa de sua seção, podem ser empregadas nas estruturas de concreto.

É importante também conferir se foram colocados espaçadores nas armaduras, para garantir o correto cobrimento da cobertura.

Figura 6: Armadura de bloco de fundação



Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

2.4.1.4 Condições operacionais na obra

Antes de realizar à mistura do concreto na obra ou solicitar a entrega de concreto junto à central, é necessário verificar as condições operacionais dos equipamentos disponíveis no local de trabalho, considerando sempre o volume de concreto a ser utilizado e verificando se os equipamentos atendem as demandas da obra. Deve-se garantir a existência de fontes de água e de tomadas de energia para ligação dos vibradores, réguas, iluminação e outros equipamentos caso necessário.

Os materiais para a elaboração de controle tecnológico (corpo de prova, cone de slump) devem estar em perfeitas condições, limpos e preparados para a realização do teste.

Outro fator importante a se atentar é o acesso do concreto ao seu ponto de lançamento, é necessário que o caminho a ser pecorrido pelo concreto no canteiro de obras, esteja desimpedido e com terreno firme, de foma a permitir acesso ininterrupto do material ao local, evitando dificuldades e atrasos na concretagem.

A equipe de trabalhadores que forem realizar a concretagem deverá estar devidamente dimensionada e treinada para a execução das atividades que compõe esta

operação, no tempo estabelecido. É importante que tenham carpinteiros, armadores e eletricistas à disposição durante a concretagem para eventuais reparos necessários.

É importante ainda, que se planeje e acompanhe a seqüência de concretagem anotando o local onde foram lançados o material de cada caminhão e que a concretagem finalize sempre no ponto de saída da estrutura (caixa de escada, portas).

2.5 Plano de concretagem

A concretagem deve ser realizada com base em um plano previamente definido, o qual deve considerar o volume concretado em função do tempo de trabalho, a relação entre lançamento, adensamento e acabamento, as juntas de concretagem e o acabamento final que se deseja, para assegurar o correto fornecimento de concreto, com as características necessárias à estrutura.

2.5.1 Temperatura no momento da concretagem

A temperatura do ambiente no momento da concretagem deve estar ente 5°C e 40°C, não podendo ultrapassar estes limites, exceto em situações previamente estabelecidas no projeto ou definidas pelo responsável técnico.

Pode ser realizado o emprego de aditivos, desde que seja comprovado o seu desempenho, e que estes não ataquem quimicamente as armaduras causando danos as mesmas.

2.6 Transporte do concreto

O transaporte do concreto na obra, acontece local do amassamento ou da boca de saída do caminhão betoneira até a peça que será concretada. O meio de transporte pode ser convencional (por meio de carrinhos, guinchos, caçambas) ou bombeado, desde que não acarrete na desagregação dos contituintes do concreto ou na perda sensível de água, pasta de cimento ou argamassa, devendo sempre que possivel permitir o lançamento direto nas fôrmas, evitando o uso de depósitos intermediários.

Quando o concreto for bombeado, a norma 14931 exige que o diâmetro interno do tubo de bombeamento tenha no mínimo quatro vezes o maior diâmetro do agregado.

No lançamento convencional, o caminho pelo qual se tranportará o concreto não deve ter inclinação excessiva, para que se evite a segregação decorrente do

transporte.

A NBR 14931 recomenda que o período entre o instante em que a água de amassamento entra em contato com o cimento e o final da concretagem não ultrapasse seja de no máximo 2 h 30 min, salvo em condições particulares definidas préviamente em projeto, ou sob influência de condições climáticas. Em condições que possam acelerar a pega do concreto, como em temperatura elevada, esse tempo deve ser reduzido, a menos que sejam adotadas medidas especiais que aumentem o tempo de pega sem prejudicar a qualidade do concreto, como o uso de aditivos retardadores.

Figura 7: Transporte e bombeamento de concerto



Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

2.7 Lançamento

A etapa de lançamento do concreto é considerada por muitos como sendo a etapa final do ciclo de etapas que compõem o processo construtivo das estruturas de concreto.

Antes da aplicação do concreto, deve-se remover todos os detritos das fôrmas. Jamais pode ser permitido o lançamento do concreto contaminado com solos e outros materiais ou após o início da pega do concreto.

Devem ser tomadas algumas medidas para se manter a homogeneidade do concreto. O concreto deve ser lançado de forma cuidadosa para que se elimine ou reduza a segregação entre seus componentes, devendo se tomar maiores cuidados, quanto maiores forem a altura de lançamento e a densidade de armadura.

Quando a altura de lançamento do concreto for maior que 2 m, como no caso de peças esbeltas, é recomendada a abertura intermediária das fôrmas de modo a diminuir a altura de queda livre, assim como o uso de equipamentos como funis e calhas

para conduzir o concreto, minimizando a segregação de seus componentes.

Figura 8: Abertura intermediária para concretagem de pilar



Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

O concreto deve ser lançado e adensado de modo que a cobrir corretamente toda a armadura e componentes embutidos previstos no projeto. O lançamento deve ser realizado o mais próximo possível de sua posição definitiva, evitando-se incrustação do concreto nas paredes das fôrmas, de acordo mostra figura 9 abaixo.

Figura 9: Lançamento de concreto



Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

2.8 Adensamento

O adensamento trata-se da retirada do ar incorporado no concreto durante as fases anteriores, tornando-o mais compacto. O adensamento exige o consumo de energia mecânica, podendo ser realizado de forma manual ou por meio de equipamentos de vibração.

Deve-se iniciar o adensamento imediatamente após o lançamento, sempre tomando cuidado, pois tanto a falta de vibração como o excesso pode causar sérios problemas para o concreto, como a formação de ninhos ou a segregação dos materiais.

Deve-se evitar a vibração da armadura para que não haja a formação de vazios ao seu redor, com prejuízos da aderência.

A norma determina que altura das camadas de concreto não devem ultrapassar 20 cm quando adensado de forma manual, quando forem utilizados vibradores de imersão, a espessura da camada deve ser de aproximadamente 3/4 do comprimento da agulha, não ultrapassando 50cm de altura, de modo a facilitar a saída de bolhas de ar. Ao vibrar uma camada de concreto superior, o vibrador deve penetrar cerca de 10 cm na camada abaixo.

2.9 Cura e retirada de fôrmas e escoramentos

Durante o processo de endurecimento o concreto deve ser protegido contra mudanças bruscas de temperatura, secagem répida, excesso de água, incidência de raios solares, agentes químicos, vibração e choques

Elementos estruturais de superfície devem ser curados até que atinjam resistência característica à compressão (fck), de acordo com a ABNT NBR 12655, igual ou maior que 15 MPa. A seguir são listados algumas ações que podem ser utilizadas para contribuir para o processo de cura do concreto:

a) molhar continuamente durante no mínimo 3 dias a superfície concretada (pilares e vigas);

b) manter uma lâmina de água sobre a superfície (lajes e pisos);

c) espalhar areia, serragem ou sacos (arroz, estopa, cimento etc.) sobre a superfície e mantê-los umedecidos (lajes e pisos);

d) manter as fôrmas sempre molhadas (pilares, vigas e escadas);

e) molhar e cobrir com lona;

f) utilizar produtos apropriados para cura de concreto (película impermeável).

2.9.1 Retiradas das fôrmas e do escoramento

A desfôrma do concreto deve ser planejada de modo a não comprometer a segurança e o desempenho em serviço da estrutura, evitando o aparecimento de tensões nas peças concretadas diferentes das que foram projetadas para suportar.

A remoção de fôrmas e escoramentos deve ser executada de modo a respeitar o comportamento da estrutura em serviço. A figura 10 abaixo apresenta um exemplo de remoção de de escoras de uma marquise, onde o maior momento fletor localiza-se próximo ao engaste, sendo assim a retirada das escoras deve se iniciar a partir do balanço em direção ao engaste, para que a estrutura seja exigida gradativamente.

Figura 10: Sentido de retirada de escoras



Fonte: CÂNDIDO, 2023.

A retirada do escoramento e das fôrmas deve ser efetuada sem choques e obedecer ao plano de desfôrma elaborado de acordo com o tipo da estrutura.

3 Considerações Finais

Esse estudo mostra o processo de concretagem de estruturas de concreto não se resume apenas à produção e lançamento de concreto. Este trata-se de um processo mais complexo e interdiciplinar, o qual deve ser cuidadosamente executado para que se consiga um melhor desempenho das estruturas de concreto.

A NBR 14931 que veio para padronizar e simplificar a execução das

estruturas de concreto, é reapresentada neste trabalho de uma forma mais suscinta e com linguagem mais informal a qual facilita o entendimento desta norma pelas mais diversas classes de trabalhadores da construção civil.

4 Referências

AGUIAR, Vanessa Cristina Neves. **Análise De Patologias Em Pavimentação Asfáltica. In: ISAIA, Geraldo Cechella**. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo, Instituto Brasileiro do Concreto- IBRACON. 2010

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Mãos à obra pro: o guia profissional da construção**. São Paulo: Alaúde Eleitoral, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738: Concreto: Procedimento para moldagem e cura corpos-de-prova**. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655: Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2015.

Cândido, A.. **Cimbramento De Marquises,** 2018. Disponível em: < https://minnervaengenharia.com.br/cimbramento-de-marquises/>. Acesso em: 18 set. 2023.

HELENE, P.; ANDRADE, T. **Concreto de Cimento Portland. Cap. 29. In: ISAIA, G. C. Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo, Instituto Brasileiro do Concreto- IBRACON. 2010.

OLIVEIRA, C. F. **Análise das propriedades do concreto quando utilizado após início de pega: tempo de utilização de concreto estrutural vencido**. Belo Horizonte: UFMG, 2018

RESENDE, C.. **Um pequeno cilindro de concreto. Propriedades do concreto**, 2012. Disponível em: <http://propriedadesdoconcreto.blogspot.com/2012/06/um-pequeno-cilindro-de-concreto.html>. Acesso em: 13 set. 2023.