

Prof. Marco Pádua

## CONCRETO Produção e utilização

O uso do concreto nas construções em geral divide-se em: mistura, transporte, lançamento, adensamento e cura.

### - MISTURA:

Conhecido também como amassamento do concreto, tem por objetivo mesclar os materiais componentes de modo a obter-se uma mistura homogênea em forma de pasta de cimento sobre as partículas dos agregados.

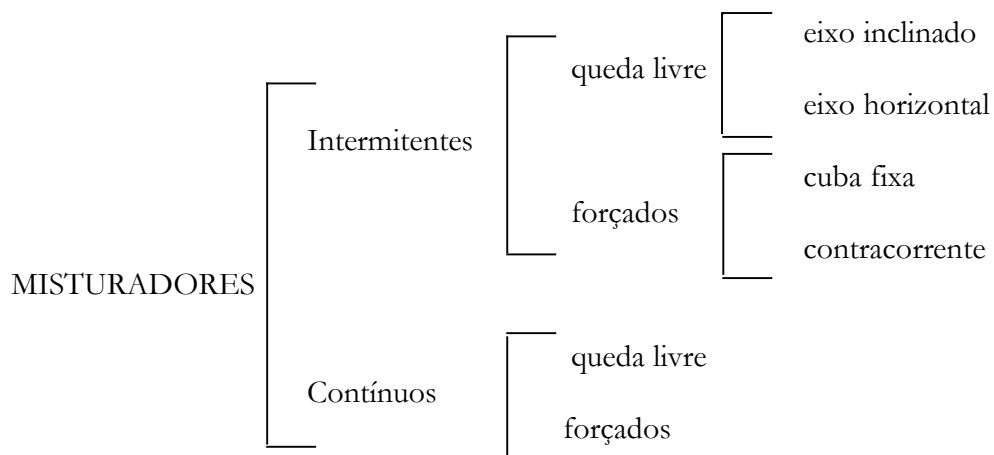
(\_\_\_) A falta de homogeneidade da mistura resulta na diminuição da resistência mecânica e da durabilidade dos concretos.

A mistura poderá ser manual ou mecanizada.

(\_\_\_) O amassamento manual, conforme a NB-1/77, item 12.3, é permitido somente em obras de pequeno porte e quando o volume e a responsabilidade do concreto não justificarem o emprego de equipamento mecânico.

A mistura mecânica é feita em máquinas especiais denominadas betoneiras. São constituídas essencialmente por um tambor ou cuba, fixa ou móvel em torno de um eixo central. Por meio de pás, que podem ser fixas ou móveis, as misturas são produzidas.

Classificam-se as betoneiras de acordo com o seguinte esquema:



(\_\_\_) A distinção entre intermitentes e contínuos está no fato de não ser necessário interromper o funcionamento da máquina para carregá-la.

Tanto as betoneiras intermitentes como as contínuas subdividem-se em queda livre ou forçada.

Para calcular o rendimento da betoneira e o número de betonadas necessárias à execução de uma determinada parte da estrutura, utiliza-se, então, a capacidade de produção. (\_\_\_) Nos traços mais fracos é indicado usar números inteiros de sacos, por ser menos trabalhoso e evitar a dosagem em volume, menos confiável.

O quadro abaixo dá algumas indicações úteis:

CAPACIDADE DA BETONEIRA		CONSUMO MÍNIMO DE CIMENTO Kg/m <sup>3</sup> (usando sacos inteiros)
Mistura (lts.)	Produção (lts.)	
300	210	250
250	180	300
210	150	350

As betoneiras de eixo inclinado ou basculante têm uma única abertura, tanto para carga como para descarga, variando sua inclinação conforme o necessário. O ângulo formado pelo eixo com a horizontal varia de 15° a 20°.

(\_\_\_) A ordem mais aconselhável de colocação de materiais nas betoneiras é:

- 1º) Parte do agregado graúdo mais parte da água de amassamento;
- 2º) cimento mais o restante da água e a areia;
- 3º) restante do agregado graúdo.

#### - TRANSPORTE:

O concreto deve ser transportado do local de amassamento para o de lançamento tão rapidamente quanto possível e de maneira tal que mantenha sua homogeneidade, evitando-se a segregação dos materiais (NB-1/77, item 13.1).

(\_\_\_) Esse transporte poderá ser na direção horizontal, vertical ou oblíqua, sendo que na horizontal, utilizam-se vagonetes e carrinhos, preferencialmente providos de rodas pneumáticas; na direção vertical, caçambas e guinchos; na oblíqua, correias transportadoras e calhas.

O transporte horizontal ou vertical, também poderá ser realizado por meio de bombas, recalcando o concreto através de canalizações. (\_\_\_) O diâmetro interno do tubo deverá ter, no mínimo, três vezes o diâmetro máximo do agregado (NB-1/77, item 13.1).

Esses meios de transporte podem ser classificados em descontínuos e contínuos.

(\_\_\_) Para o transporte descontínuo serão empregues vagonetes, carrinhos de mão, caçambas e caminhões, sendo que o ideal será que esses elementos tenham capacidade para uma maçada completa, evitando sua segregação que ocorreria com a divisão de uma betonada em várias frações.

Seja qual for o sistema, as ações de carga e descarga deverão ser facilitadas a fim de evitar o depósito intermediário. Para o transporte de longa distância efetuado por caminhões, faz-se necessário o uso de agitação para evitar a segregação. Nesta situação o transporte sem agitadores deverá ser substituído por algum sistema que gere uma estanqueidade aérea, impedindo a entrada ou saída do ar, suficiente para impedir a segregação do concreto.

Os principais transportadores contínuos são: calhas, correias transportadoras e bombas.

(\_\_\_) As calhas são canaletas de madeira revestidas de chapa com ângulo de inclinação mínimo de 13°, por onde desliza o concreto que deve ter consistência fluída, o que lhe restringe a aplicação. Deve-se tomar cuidado para que o transporte seja o mais contínuo possível, provendo-se a extremidade da calha de dispositivos que assegurem um concreto homogêneo, sem segregação. Uma dosagem cuidadosa poderá favorecer tal meio de transporte.

(\_\_\_) O concreto bombeado deve ter consistência plástica e, para facilitar o transporte, fazer uso do seixo rolado como agregado graúdo ou empregar um aditivo que melhore a trabalhabilidade.

A corrente de concreto na tubulação deve ser a mais contínua possível. A limpeza cuidadosa da tubulação após a utilização também é importante.

#### - LANÇAMENTO:

(\_\_\_) O concreto deve ser lançado logo após a mistura, não sendo permitido, entre o amassamento e o lançamento, intervalo superior a uma hora. Não é admissível o uso de concreto remisturado. Para os lançamentos em recintos sujeitos à penetração de águas, estes deverão ter as precauções necessárias para que não haja inundação capaz de comprometer o serviço. Antes do lançamento do concreto, as formas devem ser molhadas abundantemente, a fim de que elas não absorvam a água de amassamento. Estas também deverão ser estanques, para não permitir a fuga da nata de cimento.

Ao lançar o concreto de grande altura ou deixá-lo correr livremente, haverá tendência à separação entre a argamassa e o agregado graúdo. (\_\_\_) Para evitar a separação e incrustação da argamassa nas formas e armaduras, o concreto, em peças muito delgadas, tais como paredes, deve ser colocado através de canaletas de borracha ou tubos flexíveis, conhecidos por trombas de elefante.

A altura de lançamento em concretagem comum não deve ultrapassar 2 metros. Quando for necessário lançar o concreto de altura superior, este deve ser lançado por janela, abertas na parte lateral, que serão fechadas à medida que a concretagem avança. Este lançamento deve ser pontual, não devendo fluir dentro das formas. As camadas de lançamento devem ter altura igual a, aproximadamente,  $\frac{3}{4}$  da altura do vibrador.

#### - Plano de concretagem: Juntas

Nas grandes estruturas, o lançamento do concreto é feito de acordo com um plano, que será organizado tendo em vista o projeto do escoramento e as deformações que nele serão provocados pelo peso próprio do concreto fresco e pelas eventuais cargas de serviço. Para limitar ou prevenir as tensões desenvolvidas pelas variações sofridas, as estruturas de concreto são providas de juntas. Além dessas juntas originárias das prováveis deformações possíveis de afetar a estrutura, ainda podem ser feitas outras, em função da interrupção do trabalho de execução, de acordo com o cronograma de obra.

(\_\_\_) Existem dois tipos de juntas. São elas:

- Juntas de dilatação, cuja finalidade é permitir as deformações da estrutura (juntas permanentes);
- juntas de construção, feitas de acordo com as interrupções da execução (juntas de concretagem).

(\_\_\_) As juntas permanentes são feitas para permitir deformações provenientes de: retrações, expansões e contrações devidas a variações de umidade e temperatura, bem como escorregamentos e empenamentos devidos às mesmas causas.

(\_\_\_) É aconselhável organizar o programa de execução de tal modo que a interrupção da concretagem se dê numa junta permanente, aproveitando-a assim também como junta de construção. É frequente um maior número de juntas de concretagem para evitar as de dilatação, por razões diversas durante a obra. Se o concreto tiver que ser lançado em camadas sucessivas, a interrupção entre duas camadas dá origem a uma junta de concretagem horizontal.

A superfície do concreto antigo deve estar rugosa, podendo ser usado para isto, escova de aço, jato de areia ou jato de água (se concreto novo), de tal maneira que o agregado graúdo fique exposto. Para a continuidade da concretagem, a rugosidade da superfície de acabamento deverá manter-se rugosa; a superfície deve ser perfeitamente limpa, isentas de pó ou qualquer material solto, podendo ser usado jato de água ou ar comprimido, se necessário; se não for utilizado jato de água, a superfície deve ser molhada abundantemente; logo em seguida é lançado o concreto, misturando ambas as camadas no adensamento, se for concreto novo.

- ADENSAMENTO:

( ) Esta operação tem por objetivo acomodar as partículas de maneira a preencher todo o espaço das formas uniformemente, eliminando por completo o ar contido na mistura. ( ) Os processos de adensamento podem ser manuais, conhecidos como “socamento” ou apiloamento, e mecânicos por meio de vibrações ou centrifugação, além de outros especiais como a concretagem a vácuo.

( ) O adensamento manual é o modo mais simples utilizado para acomodar o concreto na forma e entre as armaduras, mediante uma barra metálica, cilíndrica e fina, ou por meio de soquetes mais pesado sobre um concreto, preferencialmente plástico.

No caso da barra, esta deve atravessar a camada de concreto e penetrar parcialmente na inferior. Quando se utilizam soquetes, sua eficiência está num maior número de golpes do que na energia de cada um, desde que seja respeitado um valor determinado.

( ) No adensamento manual as camadas não deverão exceder a 20 cm e  $\frac{3}{4}$  do comprimento da agulha, quando for empregado os vibradores de imersão. (NB-1/77, item 13.2.2).

( ) A vibração aplicada diretamente à armadura tem sérios inconvenientes, pois, poderá gerar um espaço vazio ao seu redor, eliminando assim a aderência. As peças pré-fabricadas em usina próprias passam por esta operação utilizando-se um equipamento conhecido como mesa vibratória.

Fabricam-se, assim, peças ornamentais, blocos, telhas, postes, dormentes, etc. A centrifugação é particularmente interessante no caso de fabricação de elementos de revolução pré-fabricados: postes, tubos, etc.

Este processo é caracterizado pela separação das partículas da mistura conforme seu diâmetro. Assim os elementos mais graúdos são lançados para a parte exterior da peça, ficando no interior uma alta concentração de pasta de cimento.

( ) Conforme sua aplicação distingue-se 3 tipos de vibradores: de imersão ou internos, de superfície e externos ou de formas, podendo ser elétricos, com motor de explosão, a ar comprimido e eletromagnético.

A característica principal de um vibrador é frequência, amplitude e potência.

Quanto à frequência, os vibradores podem ser:

- de baixa frequência: 1.500 vibr./min
- de média frequência: 3.000 - 6.000 vibr./min
- de alta frequência: 6.000 - 20.000 vibr./min

Cada partícula que compõe a mistura tem uma frequência específica de vibração, isto é, ela vibra em ressonância com a fonte vibratória. A baixa frequência põe em movimento os grãos maiores do agregado graúdo e a alta frequência, vibra a argamassa. A vibração de baixa frequência exige maior potência, pois, movimentam os grãos maiores do agregado graúdo, de maior massa. Os vibradores de argamassa são, sob este aspecto, mais econômicos. A argamassa, quando em vibração, atua como um lubrificante entre os agregados graúdos, facilitando sua acomodação.

A aplicação de um vibrador deve ater-se aos seguintes cuidados: ( )

- As posições sucessivas devem estar a distâncias inferiores ou iguais ao raio de ação do vibrador;
- o aparecimento de ligeira camada de argamassa na superfície do concreto, assim como a cessação quase completa de desprendimento de bolhas de ar, corresponde ao término do período útil de vibração;
- as camadas de concreto lançadas devem ter altura inferior ao comprimento da ponta vibrante dos vibradores de imersão, a fim de homogeneizar perfeitamente o concreto em toda a altura da peça;
- a inserção da ponta vibrante no concreto deve ser rápida e sua retirada muito lenta, ambas com o aparelho em funcionamento.

- CURA:

(\_\_\_) Dá-se o nome de cura ao conjunto de medidas com a finalidade de evitar a evaporação prematura da água necessária à hidratação do cimento, que rege a pega e seu endurecimento.

(\_\_\_) A Norma Brasileira NB-1/77 exige que a proteção contra a perda de unidade seja feita nos 7 primeiros dias contados do lançamento e o mesmo é desejável nos 14 dias seguintes, assim garantindo, o não aparecimento de fissuras devidas à retração. As condições de umidade e temperatura, principalmente nas primeiras idades, têm importância muito grande nas propriedades do concreto endurecido.

As principais conclusões são:

- A cura úmida melhora as características finais;
- o ensaio saturado dá valores mais baixos que o ensaio a seco;
- é possível recuperar parte da resistência, em uma cura imperfeita, facilmente se mais cedo for retomada;
- o resultado entre uma cura ao ar livre e a protegida acrescenta 40% considerando os 28 dias, idade geralmente considerada como referência.

As conclusões mais importantes são:

- As condições de temperatura nos primeiros dias são as mais importantes;
- a diminuição da temperatura prejudica consideravelmente o aumento da resistência;
- é possível a recuperação parcial da resistência após uma queda acentuada de temperatura, desde que não seja muito prolongada, pela exposição a condições normais.

(\_\_\_) Na obra, a cura do concreto pode ser realizada por vários processos:

- Irrigação periódica das superfícies;
- recobrimento das áreas com areia ou sacos de aniagem rompidos, mantidos sempre úmidos;
- emprego de compostos impermeabilizantes de cura;
- recobrimento com papéis impermeáveis especiais (Sizalkraft), que impedem a evaporação, dispensando o uso de água;
- aplicação superficial do cloreto de cálcio, na razão de 800 g/m<sup>2</sup>, indicados para climas úmidos, pois absorvem e retêm a água do ambiente e propiciam a cura.