

# CAPÍTULO IX

## CONCRETO

### 9.1 CONCEITO

O concreto é um material de construção resultante da mistura, em quantidades racionais, de aglomerante (cimento), agregados (pedra e areia) e água. Logo após a mistura o concreto fresco deve possuir plasticidade suficiente para as operações de manuseio, transporte e lançamento em fôrmas. As propriedades definidas para este momento são: consistência, textura, trabalhabilidade, integridade da massa, poder de retenção de água e massa específica. Em alguns casos, são adicionados aditivos que modificam suas características físicas e químicas.

Para se obter um concreto resistente, durável, econômico e de bom aspecto, deve-se estudar:

- *As propriedades de cada um dos materiais componentes*
- *As propriedades do concreto e os fatores que podem alterá-las*
- *O proporcionamento correto e execução cuidadosa da mistura*
- *O modo de executar o controle do concreto durante a fabricação e após o endurecimento*

A proporção dos materiais aplicados na fabricação do concreto em relação ao cimento indica o traço do concreto.

O traço do concreto pode ser apresentado, conforme a seguinte representação:

a) Traço em massa:

Todos os materiais medidos em massa

$$1 : a : b : a/c$$

1 = cimento (em kg)

a = areia (em kg)

b = brita (em kg)

a/c = relação água cimento (kg)

b) Traço em volume:

Todos os materiais são medidos em volume, partindo do traço em massa, dividindo cada componente pela respectiva massa unitária.

$$\frac{1}{\gamma_c} : \frac{ar}{\gamma_{ar}} : \frac{br}{\gamma_{br}} : \frac{a}{c}$$

c) Traço em volume com o cimento em massa:

$$1 : \frac{ar}{\gamma_{ar}} : \frac{br}{\gamma_{br}} : \frac{a}{c}$$

O cimento em kg (usual saco 50 kg).

É necessário entender que pasta é a mistura do cimento com a água, e a argamassa é a mistura da pasta com agregado miúdo. Considera-se concreto a argamassa à qual foi adicionado agregado graúdo.

O concreto é o material mais importante da Engenharia Civil onde tem várias aplicações, tais como: estrutura, revestimentos, pavimentos, paredes, fundações, canalizações e outros.

## CAPÍTULO IX

### CONCRETO

#### 9.2. FATORES QUE INFLUEM NA QUALIDADE DO CONCRETO

Para serem obtidas as características essenciais do concreto, como a facilidade de manuseio quando fresco, boa resistência mecânica, durabilidade e impermeabilidade quando endurecido, é preciso conhecer os fatores que influem na sua qualidade.

##### 1) Qualidade dos materiais

Materiais de boa qualidade produzem concreto de boa qualidade.

##### 2) Proporcionamento adequado

Deve-se considerar a relação entre as quantidades: de cimento e de agregados, de agregados graúdo e miúdo, água e o cimento.

##### 3) Manipulação adequada

Após a mistura, o concreto deve ser transportado, lançado nas fôrmas e adensado corretamente.

##### 4) Cálculo estrutural

##### 5) Execução das fôrmas

##### 6) Execução da armadura

##### 7) Concretagem

##### 8) Cura cuidadosa

A hidratação do cimento continua por um tempo bastante longo e é preciso que as condições ambientes favoreçam as reações que se processam.

Desse modo, deve-se evitar a evaporação prematura da água necessária à hidratação do cimento. É o que se denomina cura do concreto.

#### 9.3. CLASSIFICAÇÃO DOS CONCRETOS

##### 9.3.1 CONFORME O MODO DE FABRICAÇÃO

a) Fabricação no local

b) Pré-misturado

##### 9.3.2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Concreto massa – utilizado em barragens.

Concreto estrutural – utilizado em edifícios e pontes.

##### 9.3.3 PESO ESPECÍFICO

a) Concreto	$\gamma_c = 2,0 \text{ tf/m}^3$
b) Concreto comprimido	$\gamma_c = 2,2 \text{ tf/m}^3$
c) Concreto socado	$\gamma_c = 2,3 \text{ tf/m}^3$
d) Concreto vibrado	$\gamma_c = 2,3 \text{ tf/m}^3$
e) Concreto leve	$\gamma_c = 1,8 \text{ tf/m}^3$
f) Concreto leve para isolamento térmico	$\gamma_c = 0,7 \text{ a } 1,6 \text{ tf/m}^3$
g) Concreto pesado	$\gamma_c = 3,0 \text{ a } 5,0 \text{ tf/m}^3$
h) Concreto armado	$\gamma_c = 2,4 \text{ tf/m}^3$

##### 9.3.4 TIPOS DE CONCRETO FORNECIDOS ATUALMENTE PELAS CENTRAIS DE CONCRETO

a) Concreto convencional – Utilizado na maioria das obras civis, deve ser lançado nas fôrmas por método convencional (carrinhos de mão, gericas, guias etc.). O concreto convencional é de consistência seca, e a sua resistência varia de 10,0 até 40,0 MPa. É aplicado em obras civis, industriais e em peças pré-moldadas. As vantagens são o aumento da durabilidade e qualidade final da obra, redução dos custos da obra e redução no tempo de execução.

b) Concreto de alto desempenho – Normalmente elaborado com adições minerais tipo sílica ativa e metacaulim e aditivos superplastificantes. Os concretos assim obtidos possuem excelentes propriedades. É aplicado em obras civis especiais, hidráulicas em geral e em recuperações. As vantagens são: aumento da durabilidade e vida útil das obras; redução dos custos da obra e melhor aproveitamento das áreas disponíveis para construção.

c) Concreto bombeável – Utilizado na maioria das obras civis. A sua dosagem é apropriada para utilização em bombas de concreto, evitando segregação e perdas de material. Sua resistência varia de 10,0 até 40,0 MPa. É aplicado em obras civis em geral, obras industriais e peças pré-moldadas. As vantagens são: aumento da durabilidade e qualidade final da obra; redução dos custos da obra e redução no tempo de execução.

d) Concreto de alta resistência inicial – Atinge alta resistência já nos primeiros dias, permitindo a desforma antecipada. Muito utilizado em obras protendidas.

e) Concreto de pavimento rígido – O principal requisito exigido para esse concreto é a resistência à tração na flexão e ao desgaste superficial. Trata-se de um concreto de fácil lançamento e execução. É aplicado em estradas e vias urbanas. As vantagens são: maior durabilidade; redução dos custos de manutenção e maior luminosidade.

f) Concreto pesado – A característica principal desse tipo de concreto é sua alta densidade que varia entre 2.800 e 4.500 kg/m<sup>3</sup>, obtida com a utilização de agregados especiais, normalmente a hematita. É aplicado como contrapeso em gasodutos, hospitais e usinas nucleares. Pode ser citada a vantagem de ser isolante radioativo.

g) Concreto projetado – É aquele pneumaticamente transportado e lançado a alta velocidade, sobre uma determinada superfície, sendo autocompactado. Destaca-se que suas características dependem do processo de projeção utilizado.

h) Concreto leve estrutural – Tem como principal finalidade a redução do peso da estrutura mantendo as características de resistência à compressão. A sua densidade é da ordem de 1.600 a 1.800 kg/md<sup>3</sup>, dependendo da resistência exigida e do tipo de agregado utilizado.

i) Concreto leve – A densidade desse concreto varia de 400 a 1.800 kg/m<sup>3</sup>. Os tipos mais comuns são o concreto celular espumoso, concreto com isopor e concreto com argila expandida. É aplicado em enchimento e regularização de lajes, pisos e elementos de vedação. As vantagens são redução de peso próprio e isolante termoacústico.

j) Concreto fluido – São concretos que apresentam como característica principal a alta plasticidade ou fluidez. Possui granulometria para evitar a segregação dos materiais durante seu lançamento e adensamento.

k) Concreto rolado – Consistência seca, aplicado por espalhamento manual ou mecânica e compactado com rolo vibratório liso. Utilizado em sub-base de pavimentos asfálticos (flexíveis) ou concretos (rígidos) etc.

l) Concreto colorido – Concreto normal adicionado de pigmentos especiais, os quais conferem ao concreto várias cores com diferentes tonalidades, a saber: amarela, azul, vermelha, verde, marrom e preta. É aplicado em pisos, calçadas e fachadas. As vantagens são: elimina pintura e pode ser usado como marcador de áreas específicas.

m) Concreto resfriado com gelo – Trata-se de um concreto, cuja quantidade de água é parcialmente substituída por gelo, para atender às condições específicas do projeto, por exemplo a retração térmica. É aplicado em paredes espessas e grandes blocos de fundação. A vantagem é a redução da fissuração de origem térmica.

n) Concreto autoadensável – É o concreto do futuro. Trata-se de um concreto de elevada plasticidade. Em alguns casos, pode ter a sua reologia controlada com a utilização de aditivos de última geração. É aplicado em Fundações

especiais tipo hélice contínua e paredes-diafragma; peças delgadas e peças densamente armadas. As vantagens são: maior durabilidade e fácil aplicação. Dispensa a utilização total ou parcial de vibradores; redução dos custos com mão de obra e energia e maior produtividade no lançamento.

o) Concreto com adição de fibras – Normalmente elaborado com fibras de náilon, polipropileno e aço, dependendo das condições de projeto. Os concretos assim obtidos inibem os efeitos da fissuração por retração. Obras civis especiais e pisos industriais. As vantagens são: aumenta a durabilidade das obras quanto à abrasão e desgaste superficial; melhora a resistência à tração do concreto e pode ser utilizado em pistas de aeroportos.

p) Concreto impermeável – Trata-se de um concreto com a relação água-cimento limitada, normalmente menor ou igual a 0,55; e dosado com um cimento apropriado, tipo Portland de alto-forno ou pozolânico. É aplicado em obras hidráulicas em geral, estações de tratamento d'água e esgoto e barragens. As vantagens são o aumento da durabilidade da obra e a redução dos custos de manutenção.

q) Concreto sem finos – A característica principal desse tipo do concreto é a sua elevada porosidade. A densidade desse concreto varia de acordo com o agregado utilizado: brita, seixo ou argila expandida. É aplicado em drenagens e enchimentos. Possui a vantagem de ter baixa densidade.

## 9.4. PROPRIEDADES DO CONCRETO FRESCO E ENDURECIDO

### 9.4.1. PREPARAÇÃO DO CONCRETO

O concreto fresco é preparado pela mistura dos componentes. A mistura manual só é utilizada em obras muito pequenas. Geralmente o concreto é misturado em máquinas com tambor rotativo, denominadas betoneiras.

#### 9.4.1.1 Consistência do concreto fresco

A consistência do concreto fresco é uma propriedade relacionada com o estado de fluidez da mistura, sendo a facilidade maior ou menor de se deformar

sobre cargas e varia quase que exclusivamente com a quantidade de água. A consistência adequada é fundamental para garantir a trabalhabilidade do concreto, ou seja, a facilidade com que o concreto pode ser colocado num certo tipo de fôrma, sem segregação.

A consistência do concreto é geralmente medida no ensaio de abatimento (*slump test*). O concreto fresco é compactado em uma fôrma e, após a sua retirada da fôrma, este sofre um abatimento, cuja medida em centímetros é usada como valor comparativo da consistência.

A consistência e a trabalhabilidade dependem da composição do concreto e, em particular, da quantidade de água, da granulometria dos agregados e da presença de aditivos.

A dosagem do concreto deve levar em conta a consistência necessária para as condições da obra. Peças finas e fortemente armadas necessitam misturas mais fluidas que peças de grande largura e com pouca armação.

A Tabela 1 apresenta a classificação do concreto segundo o valor em centímetros do abatimento no *slump test*.

**Tabela 1 – Classificação das consistências do concreto**

Consistência	Abatimento (cm)	Aplicação
Seca	0 a 2	Pré-fabricados, concreto massa, concreto protendido, vibração normal, adensamento manual, concreto autoadensável.
Firme	2 a 5	
Média	5 a 12	
Mole	12 a 18	
Fluida	18 a 25	

Para evitar misturas com consistência seca ou muito fluida. Recomendam-se as faixas de abatimento apresentadas na Tabela 2, para as obras mais correntes.

**Tabela 2 – Classificação das consistências do concreto**

Tipos de construção	Abatimento (cm)
Fundações, tubulões, paredes grossas	3 a 10
Vigas, lajes, paredes finas	5 a 10
Pavimentos	3 a 5
Obras maciças	2 a 5