

# CONFECÇÃO DE CONCRETO

---

MARCIO VARELA

# Concreto

- Normas

NBR 6118/03 – Projeto e Execução de Concreto Armado

NBR 7222/94 – Argamassas e Concreto - Resistência à compressão

NBR 12655/06 – Concreto: Preparo, controle e recebimento

- Ensaaios com concreto

- Consistência,

- Resistência à compressão e à tração,

- Abatimento – Slump test .

# Dosagem

- Estudo e indicação das proporções e quantificação dos materiais componentes da mistura, para se obter um concreto com determinadas características previamente estabelecidas.



# Mistura

- Combinação dos materiais

1) Manual



2) Betoneira



3) Usinado



# Mistura Manual



1. Espalhe a areia, formando uma camada de uns 15 cm



2. Sobre a areia, coloque o cimento



3. Com uma pá ou enxada, mexa a areia e o cimento até formar uma mistura bem uniforme



4. Espalhe a mistura, formando uma camada de 15 cm a 20 cm



5. Coloque as pedras sobre esta camada, misturando tudo muito bem



6. Faça um monte com um buraco (coroa) no meio



7. Adicione e misture a água aos poucos, evitando que ela escorra

# Mistura

## Betoneira Basculante



*1. Coloque a pedra na betoneira*



*2. Adicione metade da água e misture por um minuto*



*3. Ponha o cimento*



*4. Por último, ponha a areia e o resto da água*

*5. Deixe a betoneira girar mais 3 minutos antes de usar o concreto*

# Mistura

## 3) Usinado

- Feito nas concreteiras
- Sob encomenda
- Maior controle tecnológico



# Mistura

- Importante: Controle da quantidade de água.

**É muito importante que a quantidade de água da mistura esteja correta.**

**Tanto o excesso como a falta são prejudiciais ao concreto.**



# Resumo

- [Preparando Concreto parte 1](#)
- [Preparando concreto parte 2](#)

# Transporte

- Levar o concreto do ponto onde foi preparado ao local onde será aplicado.

1) Carrinho-de-mão



2) Girica



# Transporte

## 3) Caminhão betoneira



# Lançamento

- Colocação do concreto no local de aplicação, em geral, nas formas. Enrijecerá após quatro horas da adição da água.

1) Manual



2) Bombas e mangueira



# Lançamento

Lançamento 1

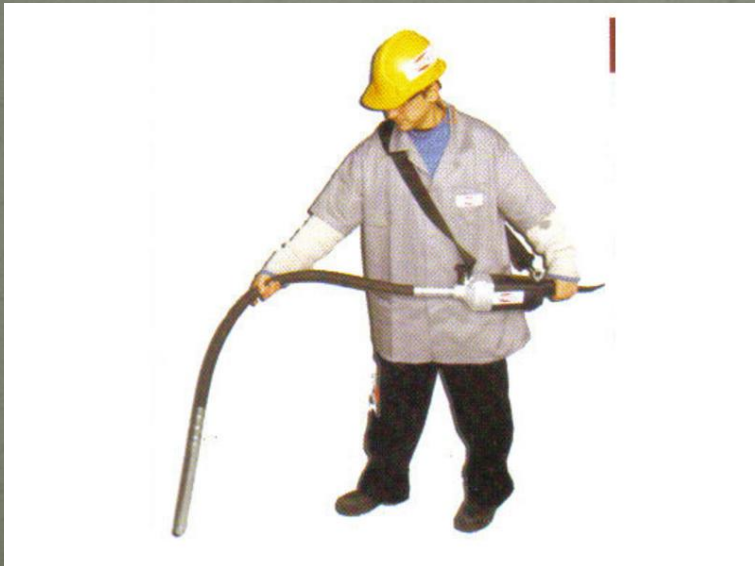


Lançamento 2

# Adensamento

- Compactação da massa de concreto, procurando retirar-se dela o maior volume possível de vazios, ganhando resistência. Utilizam-se equipamentos mecânicos, tais como vibrador por imersão, vibrador de forma e mesa vibratória.

## 1) Vibrador por imersão



## 2) Vibrador de forma

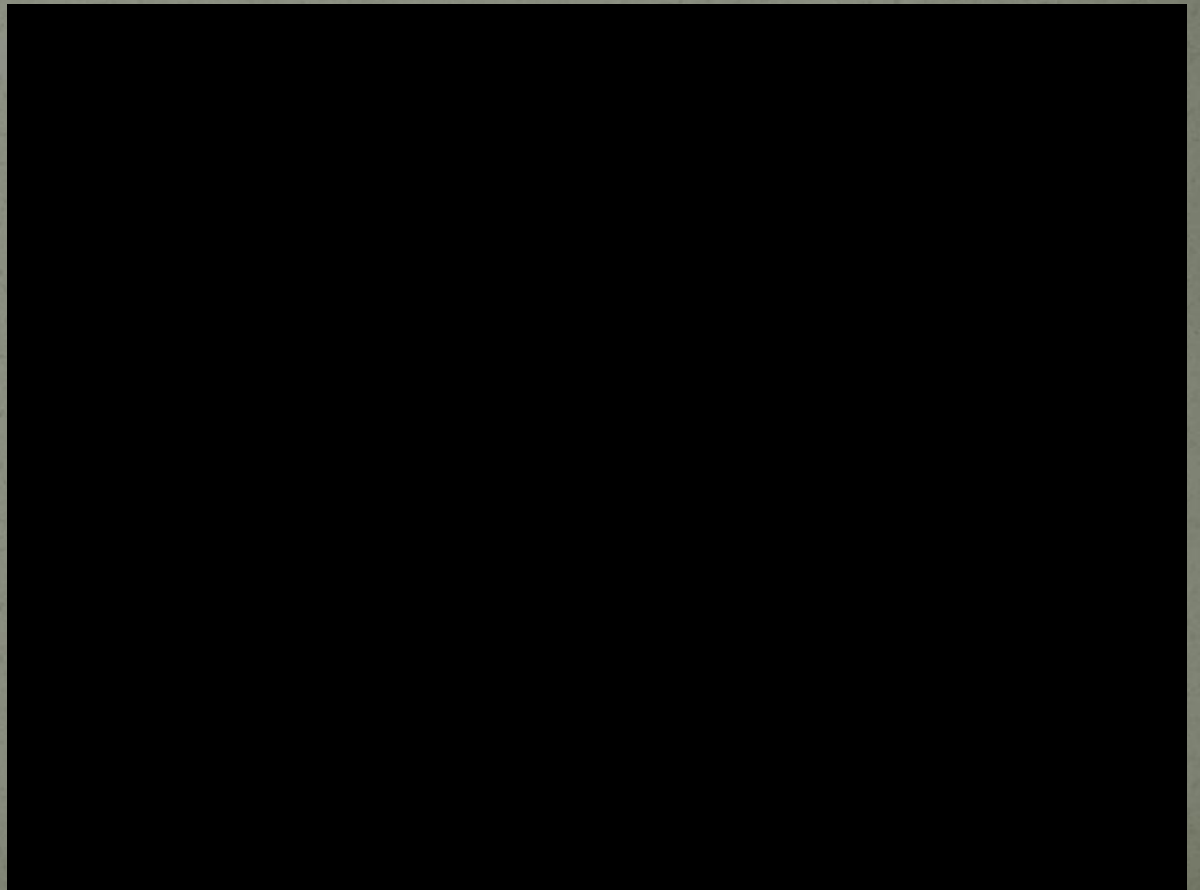


## 3) Mesa de vibração



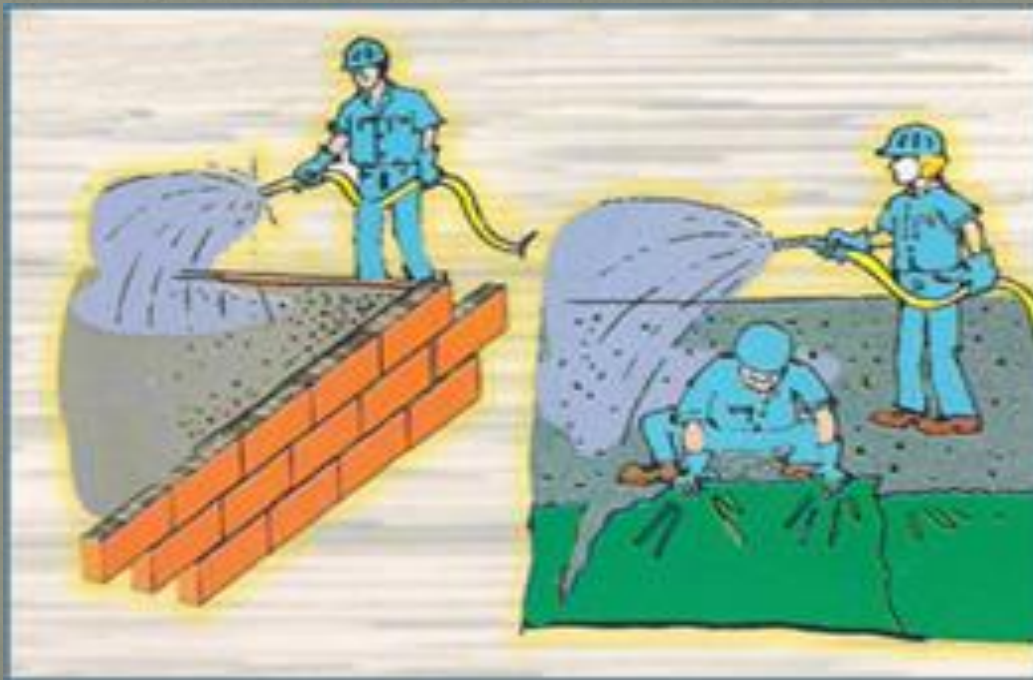
# Adensamento

[Adensamento 1](#)



# Cura

- São medidas tomadas para evitar a perda da água no concreto em suas primeiras idades, pois ela é necessária para o sucesso da reação de hidratação.



# TIPOS DE CONCRETO

- Convencional



O concreto convencional é de consistência seca e a sua resistência varia de 5,0 em 5,0MPa, a partir de 10,0 até 40,0MPa

É o concreto utilizado usualmente na obra.



# TIPOS DE CONCRETO

- Armado



Chamamos de **concreto armado** à estrutura de concreto que possui em seu interior, armações feitas com barras de aço.

Estas armações servem para resistir a esforços de tração e são indispensáveis na execução de peças como vigas e lajes, por exemplo.



# TIPOS DE CONCRETO

- Projetado

Concreto que é lançado por equipamentos especiais e em alta velocidade sobre uma superfície, proporcionando a compactação e a aderência do mesmo a esta superfície.



São utilizados para revestimentos de túneis, paredes, pilares, contenção de encostas, etc.

# Concreto Projetado

Projetado 1

Projetado 2

# TIPOS DE CONCRETO

- Resfriado

Concreto resfriado é aquele que tem a temperatura de lançamento reduzida, através da adição de gelo à mistura, em substituição total ou parcial da água da dosagem.



Utilizado em estruturas de grandes como barragens, alguns tipos de fundações, blocos com alto consumo de cimento,...



# TIPOS DE CONCRETO

- Auto adensável

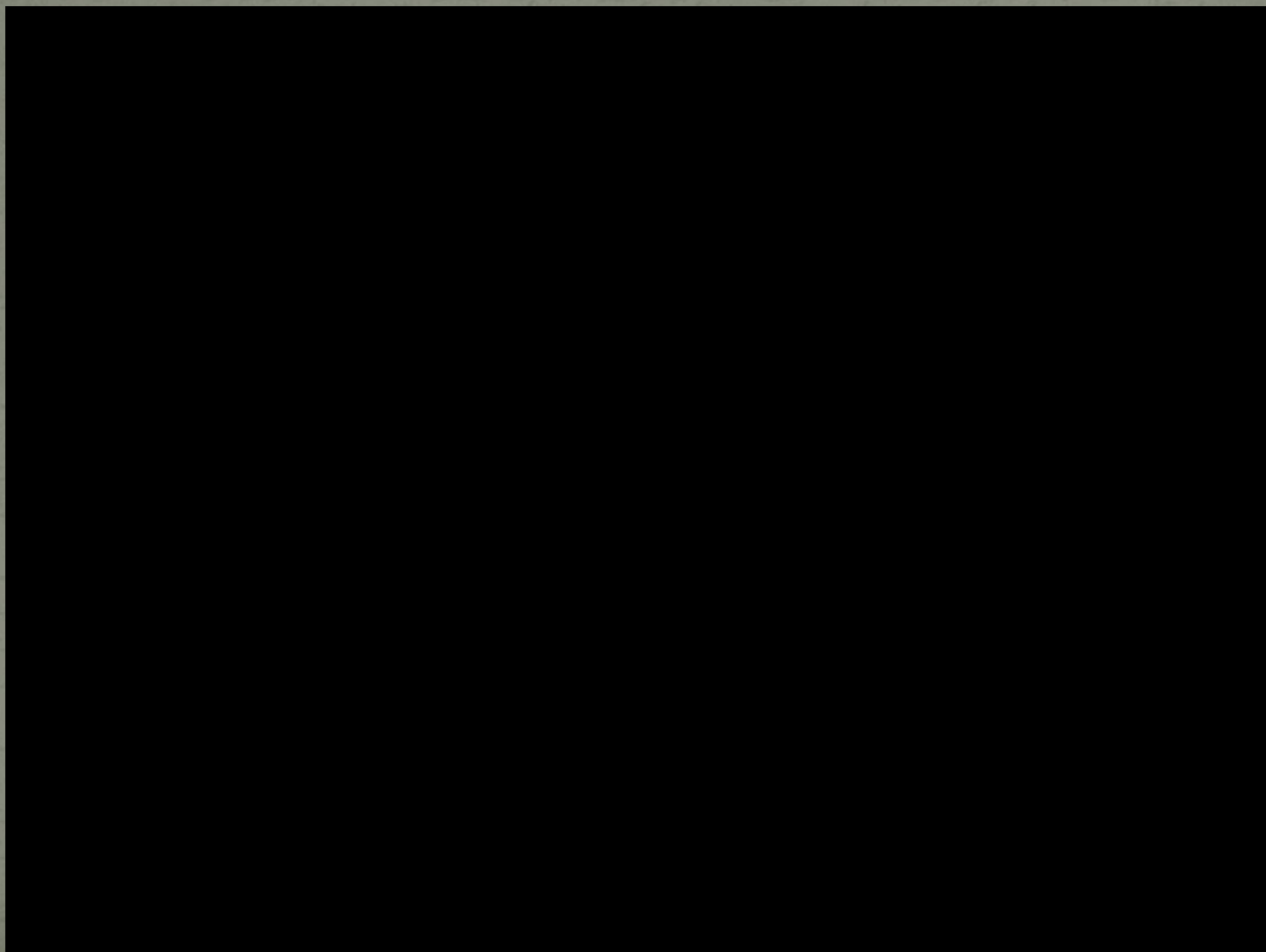


Indicados para concretagens de peças densamente armadas, estruturas pré-moldadas, fôrmas em alto relevo, fachadas em concreto aparente, painéis arquitetônicos, lajes, vigas, etc.

Este concreto, com grande variedade de aplicações é obtido pela ação de aditivos superplastificantes, que proporcionam maior facilidade de bombeamento, excelente homogeneidade, resistência e durabilidade.



# Auto adensável



# TIPOS DE CONCRETO

- Extrusado



# TIPOS DE CONCRETO

- De alta resistência inicial



É aquele concreto que tem a característica de atingir grande resistência, com pouca idade, podendo dar mais velocidade à obra ou ser utilizado para atender situações emergenciais.



# TIPOS DE CONCRETO

- De alta resistência inicial

Para se ter uma idéia da atividade dos vários compostos ao se hidratarem, é interessante observar o *Quadro abaixo* relativo à profundidade alcançada pela hidratação em microns com o tempo.

Tempo	C <sub>3</sub> A	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S
3 horas	4,35	1,68	-
1 dia	-	2,35	0,28
3 dias	5,68	-	-
7 dias	-	4,32	0,62
28 dias	5,68	4,44	0,83
5 meses	-	-	3,5

# TIPOS DE CONCRETO

- De alto desempenho - CAD



É o concreto que utiliza aditivos especiais, sua porosidade e permeabilidade são reduzidas, tornando as estruturas elaboradas com este tipo de concreto, mais resistentes ao ataque de agentes agressivos tais como cloretos, sulfatos, dióxido de carbono e maresia.

# TIPOS DE CONCRETO

- Pesado

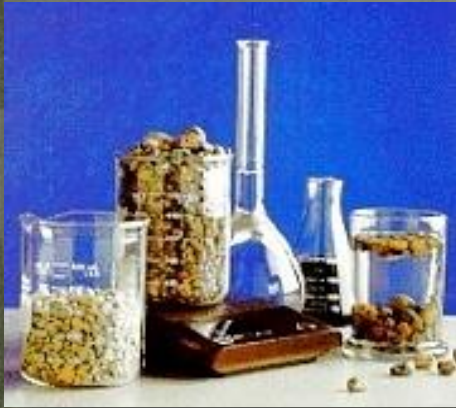
O concreto pesado é obtido através da utilização de agregados com maior massa específica aparente em sua composição, como por exemplo, a hematita, a magnetita e a barita.

Sua dosagem deve proporcionar que a massa específica do concreto atinja valores superiores a  $2800 \text{ kg/m}^3$ , oferecendo à mistura boas características mecânicas, de durabilidade e capacidade de proteção contra radiações.



# TIPOS DE CONCRETO

- Leve



Os concretos leves são reconhecidos pelo seu reduzido peso específico e elevada capacidade de isolamento térmico e acústico. Enquanto os concretos normais têm sua densidade variando entre 2300 e 2500 kg/m<sup>3</sup>, os leves chegam a atingir densidades próximas a 500 kg/m<sup>3</sup>.



Os concretos leves mais utilizados são os celulares, os sem finos e os produzidos com agregados leves, como isopor, vermiculita e argila expandida.

# Tipos de concreto

- Celular

O concreto celular faz parte do grupo de concretos leves, com a diferença de que ao invés de utilizar agregados de reduzida massa específica em sua composição, ele é obtido através da adição de um tipo especial de “espuma” ao concreto.



# Tabela de referência de SLUMP

CONSISTÊNCIA	ABATIMENTO (mm)	OBRA/ADENSAMENTO
Extremamente seca	0	Pré-fabricação. Condições especiais de adensamento
Muito seca	0	Grandes massas; pavimentação Vibração muito enérgica
Seca	0 a 20	Estruturas de concreto armado ou protendido. Vibração enérgica.
Rija	20 a 50	Estruturas correntes. Vibração normal
Plástica (média)	50 a 120	Estruturas correntes. Adensamento manual
Úmida	120 a 200	Estruturas correntes sem grande responsabilidade Adensamento manual
Fluida (líquida)	200 a 250	Concreto inadequado para qualquer uso

# TIPOS DE CONCRETO

- Dosado em Central (CDC)

As exigências do mercado fizeram da “simples” tarefa de se misturar cimento, água e agregados, um trabalho para profissionais.



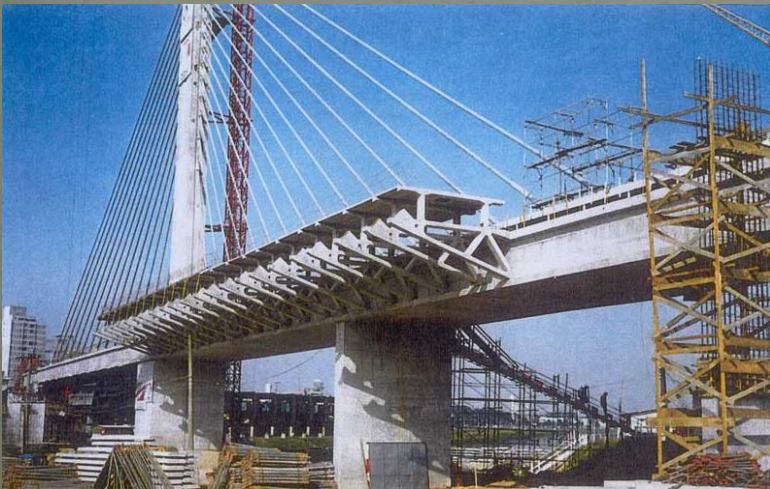
Automatizando o controle dos materiais, a dosagem, a mistura, o transporte e a resistência do concreto.



# TIPOS DE CONCRETO

- Pré-moldado

- Diminuição de custos com formas, andaimes, escoramentos, mão de obra;
- Maior precisão de dimensões e prumagem, ou seja, maior estabilidade. Devido ao rigoroso controle de qualidade das NBRs.
- Redução de quase 50% do prazo de construção.  
*“Uma obra convencional é executada em 360 dias. Com material pré-moldado é concluída em 210 dias”*



# TIPOS DE CONCRETO



# TIPOS DE CONCRETO

- Colorido



# TIPOS DE CONCRETO

- Rolado

É utilizado em pavimentações urbanas, como sub-base de pavimentos e barragens de grande porte.



Seu acabamento não é tão bom quanto aos concretos utilizados em pisos Industriais ou na Pavimentação de pistas de aeroportos e rodovias, por isso ele é mais utilizado como sub-base.

# TIPOS DE CONCRETO

- Ciclópico

O concreto ciclópico ou fundo de pedra argamassada, como é conhecido em algumas aplicações, nada mais é do que a incorporação de pedras denominadas “pedras de mão” ou “matacão” ao concreto pronto..

Estas pedras não fazem parte da dosagem do concreto e por diversos motivos, não devem ser colocadas dentro do caminhão betoneira, mas diretamente no local onde o concreto foi aplicado



# TIPOS DE CONCRETO

- Sem finos

A característica principal desse tipo de concreto é a sua elevada porosidade. A densidade desse concreto varia de acordo com o agregado utilizado: brita, seixo ou argila expandida.

- ✘ Aplicações

- Drenagens
- Enchimentos
- Calçadas

- ✘ Vantagens

- Baixa densidade
- Alta porosidade

# TIPOS DE CONCRETO

- Com adição de fibras



# TIPOS DE CONCRETO

- Com pega programada



O concreto de pega programada é a mistura composta por cimento e aditivos apropriados, que através de dosagens experimentais, nos permitem conhecer e controlar o início desta reação.

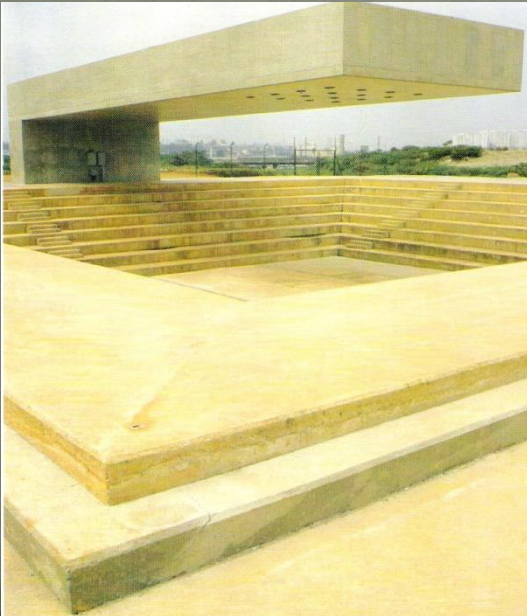
Ele pode ser aplicado em concretagens a longas distâncias, lançamentos com grandes intervalos de tempo, obras de grandes volumes, não sendo recomendado para pisos industriais, que merecem um estudo especial.

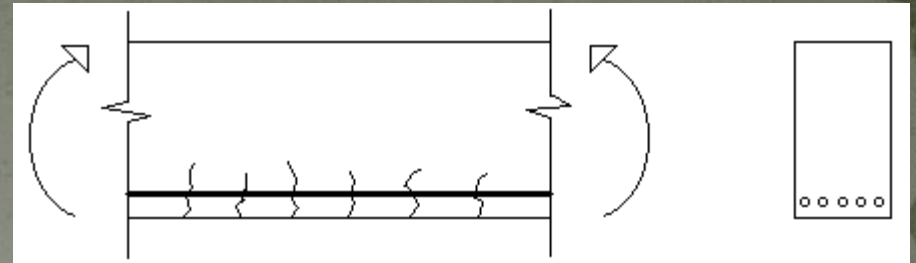
# TIPOS DE CONCRETO

- Protendido

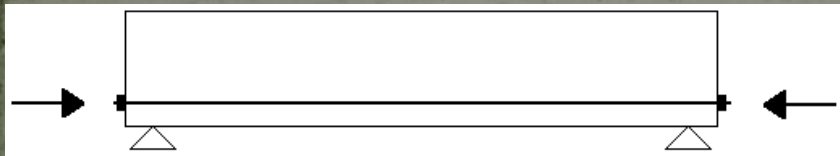
- Protensão : artifício de introduzir, numa estrutura, um estado prévio de tensões;

- É realizada, na prática, por meio de cabos de aço de alta resistência, tracionados e ancorados no próprio concreto;





Concreto armado



Concreto protendido

Concreto protendido



# Referências bibliográficas

- ❑ <http://www.portaldoconcreto.com.br/index.php?lingua=1&pagina=adensavel>
- ❑ [www.profwillian.com/concreto/Tipos\\_de\\_concreto.doc](http://www.profwillian.com/concreto/Tipos_de_concreto.doc)
- ❑ [http://www.engenhariaconcursos.com.br/arquivos/Materiais/tipos\\_de\\_concreto.pdf](http://www.engenhariaconcursos.com.br/arquivos/Materiais/tipos_de_concreto.pdf)
- ❑ <http://www.polimix.com.br/tecnologia.asp>
- ❑ <http://www.concrezac.com.br/concreto.html>

# Traço de concreto

- É a indicação de quantidade dos materiais que constituem o concreto ;
- Os traços são indicados da seguinte maneira: 1:3:3, 1:3:4, 1:3:6, sendo que o 1º algarismo indica a quantidade de cimento a ser usado;
- O 2º algarismo indica a quantidade de areia e;
- O 3º algarismo a quantidade de pedra.

# Traço de concreto

- Assim temos para o traço 1:3:3, um volume de cimento : três volumes de areia : três volumes da pedra.
- A quantidade de água depende da umidade da areia.

# Traço

- Exemplo: Transformar o traço em massa de materiais secos (1:2,8:3,2:0,45) para traço em volume de materiais secos (Tv) e massa combinado com volume de materiais secos (Tmv). Apresente também o Tmv em relação a 1 saco de cimento.

$$\delta = \frac{M}{V} \Rightarrow V = \frac{M}{\delta}$$

# Traço

- Adotando:
- Massa Unitária dos materiais.

$$\delta_{cimento} = 1,4 \text{ kg} / \text{dm}^3$$

$$\delta_{areia} = 1,51 \text{ kg} / \text{dm}^3$$

$$\delta_{brita} = 1,65 \text{ kg} / \text{dm}^3$$

- Peso específico Real dos materiais.

$$\gamma_{cimento} = 3,15 \text{ kg} / \text{dm}^3$$

$$\gamma_{areia} = 2,63 \text{ kg} / \text{dm}^3$$

$$\gamma_{brita} = 2,65 \text{ kg} / \text{dm}^3$$

# Traço

- Conversão para traço em volume,  $T_v$ , teremos:
- $T_m - 1:2,8:3,2:0,45$

$$T_v - \frac{1}{\delta_c} : \frac{2,8}{\delta_a} : \frac{3,2}{\delta_b} : \frac{0,45}{\delta_{H_2O}}$$

$$T_v - \frac{1}{1,4} : \frac{2,8}{1,51} : \frac{3,2}{1,65} : \frac{0,45}{1}$$

$$T_v - 0,71 : 1,85 : 1,94 : 0,45$$

# Traço

- No entanto, é comum apresentar o traço unitário, ou seja, referido a unidade de cimento, assim:

$$T_v - \frac{0,71}{0,71} : \frac{1,85}{0,71} : \frac{1,94}{0,71} : \frac{0,45}{0,71}$$

$$T_v - 1 : 2,61 : 2,73 : 0,63$$

# Traço

- Conversão para traço em massa combinado com volume (Tmv)

$$T_{mv} - 1 : \frac{2,8}{\delta_a} : \frac{3,2}{\delta_b} : 0,45$$

$$T_{mv} - 1 : \frac{2,8}{1,51} : \frac{3,2}{1,65} : 0,45$$

$$T_{mv} - 1 : 1,85 : 1,94 : 0,45$$

# Traço

- Para expressar o traço para um saco de cimento, basta multiplicar a proporção por 50 kg, que é o peso de um saco de cimento.

$T_{mv} - 50 : 92,5 : 97 : 22,5$

- Sendo 1 saco de cimento – 50 kg
- 92,5 dm<sup>3</sup> de areia
- 97 dm<sup>3</sup> de brita
- 22,5 dm<sup>3</sup> de água

# Traço

- Exemplo: Para o traço em massa combinado com volume  $T_{mv} = 1:1,85:1,94:0,45$  corrigir o traço de acordo com a umidade e inchamento médio da areia: umidade ( $h=3,5\%$ ), inchamento médio da areia  $I_{méd} = 1,25$  e  $\delta_a = 1,51 \text{ kg/dm}^3$ .
- Dimensionar as padiolas de areia e brita referente a um saco de cimento.

# Traço

- Traço referente a 1 saco de cimento:

$$\text{Tmv} - 50 : 92,5 : 97 : 22,5$$

- Correção quanto ao inchamento

$$I = \frac{V_h}{V_s} \Rightarrow V_h = 1,25 * 92,5$$

$$V_h = 115,625 \text{dm}^3$$

# Traço

- Correção quanto a umidade:

$$h = \frac{M_h - M_s}{M_s} \cdot 100$$

$$M_h = M_s \cdot (1 + h)$$

- Quantidade de água presente na areia úmida:

$$M_s = 1,51 * 92,5$$

$$M_s = 139,675 \text{ kg}$$

$$M_h = 139,675 * (1 + 0,035)$$

$$M_h = 144,56 \text{ kg}$$

# Traço

- Massa da água na areia úmida:

$$M_{\text{h}_2\text{O}} = 144,56 - 139,675$$

$$M_{\text{h}_2\text{O}} = 4,9 \text{ kg}$$

- Quantidade de água a ser adicionada:

$$M_{\text{h}_2\text{O}} = 22,5 - 4,9$$

$$M_{\text{h}_2\text{O}} = 17,6 \text{ kg}$$

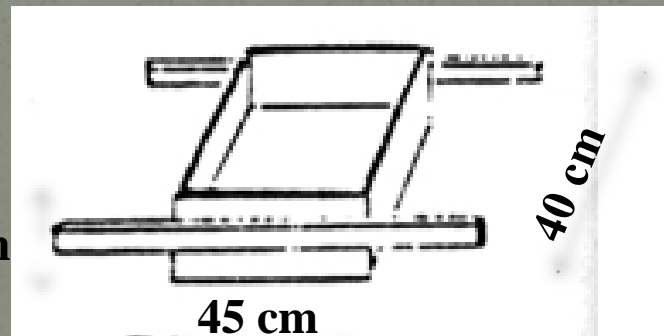
- Traço corrigido:

$$T_{\text{mv}} = 50 : 115,625 : 97 : 17,6$$

# Traço

- Dimensionamento da Padiola:
- Adotaremos duas medidas para a padiola e determinaremos a altura em função do volume dos agregados.

H= ? cm



# Traço

- Padiola de Areia

$$V_a = L * C * H$$

$$115,625 = 4,0 * 4,5 * H$$

$$H = 6,624dm$$

$$H = 66,24cm$$

- Para que a padiola não fique com altura e peso excessivo, divide-se a altura por dois e especifica-se duas padiolas, ou seja, duas padiolas com dimensões de 40x45x32,1cm por traço.

# Traço

- Padiola de Brita

$$V_b = L * C * H$$

$$97 = 4,0 * 4,5 * H$$

$$H = 5,39dm$$

$$H = 53,4cm$$

- Duas padiolas com dimensões de 40x45x27cm

# Traço

- Resumo
- Para a produção do traço dado para um saco de cimento, a especificação fica:
- 1 saco de cimento: 2 padiolas de areia: 2 padiolas de brita
  - Ou seja, 1:2:2

# Traço

- Consumo do traço.
  - $1\text{dm}^3 = 1\text{litro}$
- Sempre que trabalhamos com concreto se faz necessário saber o consumo de material por metro cúbico de concreto. Essa determinação é feita através do cálculo do consumo de cimento por metro cúbico, a seguir:

# Traço

- Fórmula

$$C = \frac{1000}{\frac{1}{\gamma_c} + \frac{a}{\gamma_a} + \frac{b}{\gamma_b} + x}$$

- Onde  $\gamma_c$ ,  $\gamma_a$  e  $\gamma_b$  são respectivamente, as massas específicas do cimento, da areia e da brita, e 1:a:b:x é o **traço do concreto expresso em massa**, e C é o consumo de cimento por metro cúbico de concreto, 1000 dm<sup>3</sup>.

# Traço

- Exemplo
- Determine as quantidades de materiais necessárias para a moldagem de 12 corpos de prova cilíndricos de concreto, com dimensões de 15x30 cm, sabendo que o traço utilizado será Tm 1:2,5:3,5:0,50.

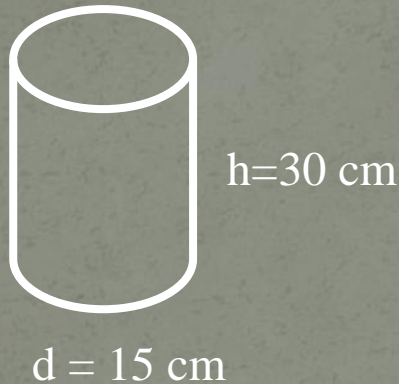
$$\gamma_{cimento} = 3,15 \text{ kg} / \text{dm}^3$$

$$\gamma_{areia} = 2,63 \text{ kg} / \text{dm}^3$$

$$\gamma_{brita} = 2,65 \text{ kg} / \text{dm}^3$$

# Traço

- Solução:



$$V_{cil} = \pi * \frac{1,5^2}{4} * 3$$

$$V_{cil} = 5,3 \text{ dm}^3$$

- Para um cilindro:

$$C = \frac{5,3}{\frac{1}{3,15} + \frac{2,5}{2,63} + \frac{3,5}{2,65} + 0,5}$$

# Traço

- $C = 1,716$  kg de cimento
- $a = 1,716 * 2,5 \longrightarrow a = 4,29$  kg de areia
- $b = 1,716 * 3,5 \longrightarrow b = 6,01$  kg de brita
- $x = 1,716 * 0,5 \longrightarrow x = 0,858$  kg de água

# Traço

- Aula de laboratório