



# Boas práticas na produção e controle tecnológico do concreto



**Paulo Helene**  
 Diretor PhD Engenharia  
 Conselheiro Permanente IBRACON  
 Prof. Titular Universidade de São Paulo  
 Gestor e Ex Presidente ALCONPAT Internacional  
 Diretor Técnico do Instituto Brasileiro do Concreto  
 Member fib(CEB-FIP) Model Code for Service Life Design  
 Conselheiro da CNTU e SEESP

**Tambaqui** **24 setembro de 2019** **Maceió/AL**

1



# Dosagem do Concreto Estrutural



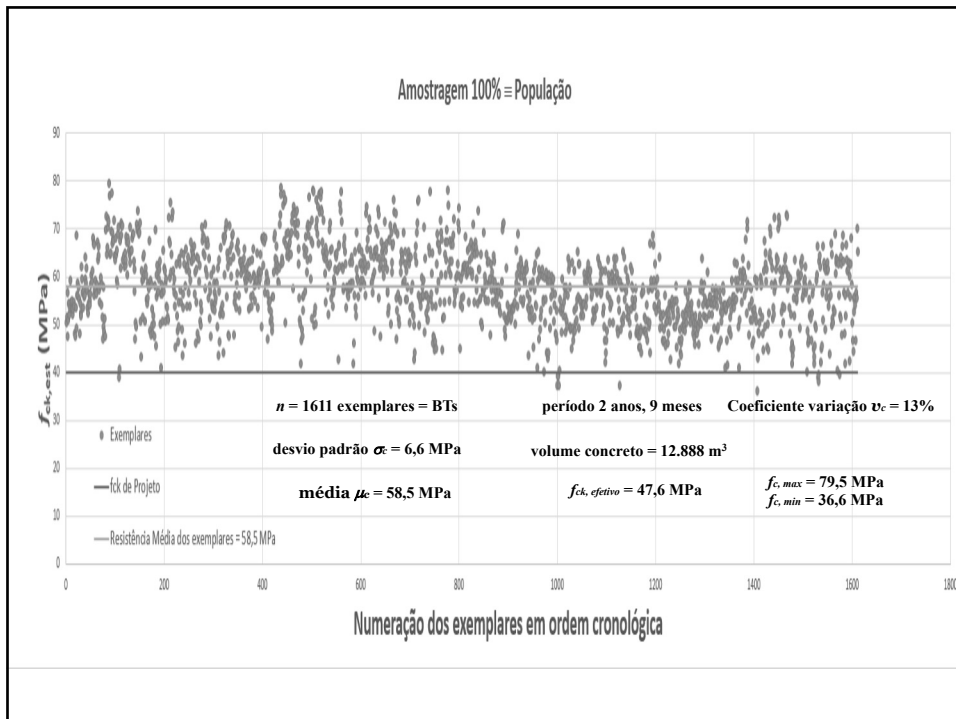
**Paulo Helene**  
 Diretor PhD Engenharia  
 Conselheiro Permanente IBRACON  
 Prof. Titular Universidade de São Paulo  
 Gestor e Ex Presidente ALCONPAT Internacional  
 Diretor Técnico do Instituto Brasileiro do Concreto  
 Member fib(CEB-FIP) Model Code for Service Life Design  
 Conselheiro da CNTU e SEESP

2

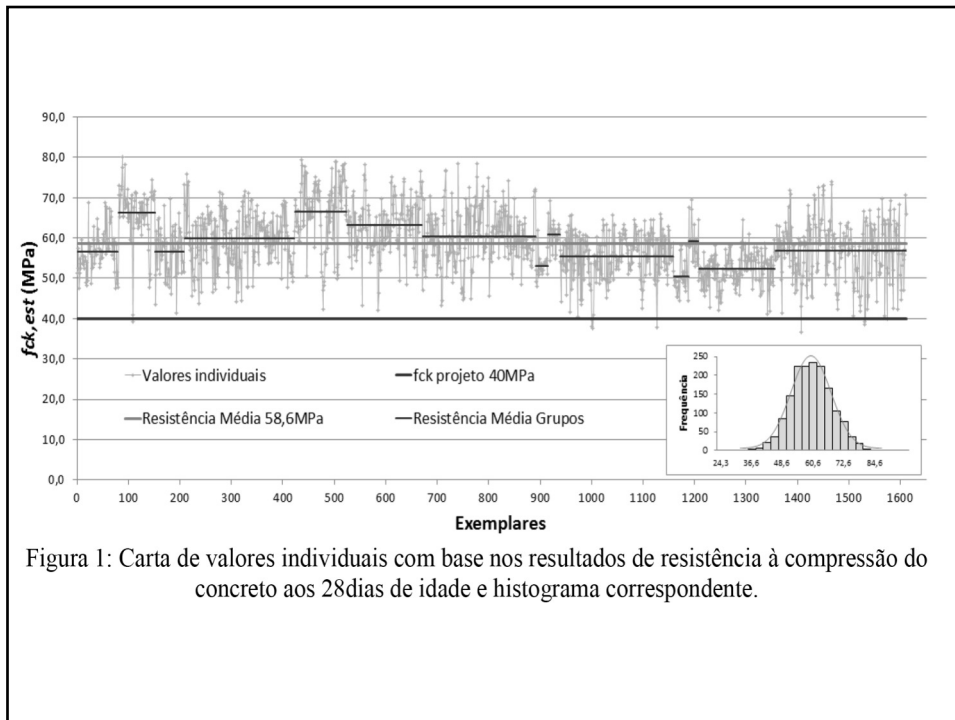
# Parque da Cidade - SP



3



4



5

## ABNT NBR 12655:2015

**Tabela 6 – Desvio-padrão a ser adotado em função da condição de preparo do concreto**

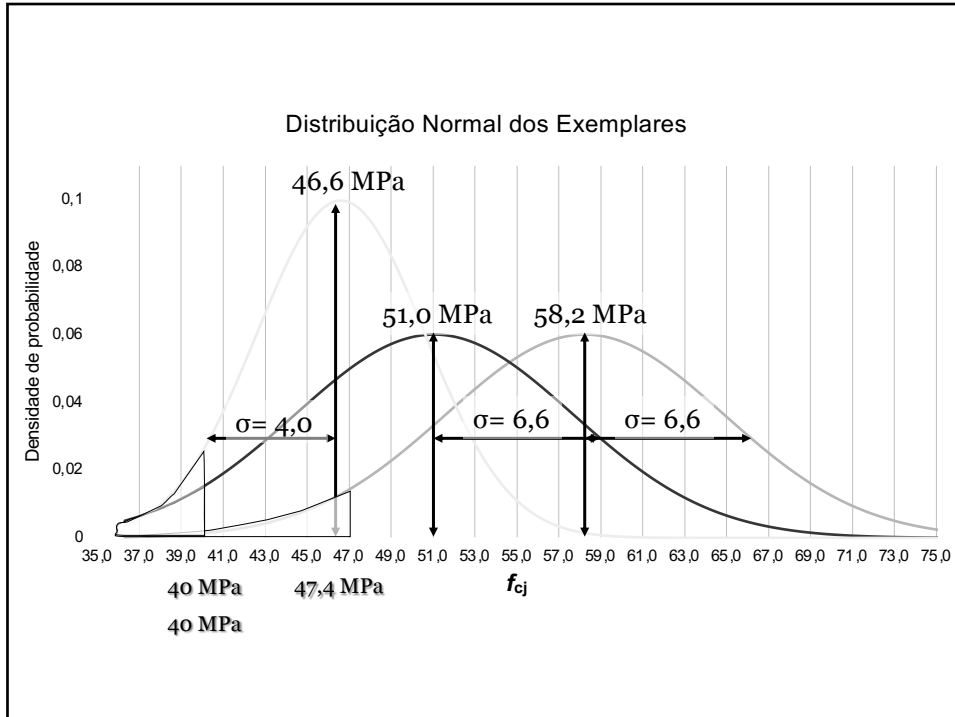
Condição de preparo do concreto	Desvio-padrão MPa
A	4,0
B	5,5
C	7,0

a) condição A (aplicável a todas as classes de concreto): o cimento e os agregados são medidos em massa, a água de amassamento é medida em massa ou volume com dispositivo dosador e corrigida em função da umidade dos agregados;

b) condição B (pode ser aplicada às classes C10 a C20): o cimento é medido em massa, a água de amassamento é medida em volume mediante dispositivo dosador e os agregados medidos em massa combinada com volume, de acordo com o exposto em 5.4;

c) condição C (pode ser aplicada apenas aos concretos de classe C10 e C15): o cimento é medido em massa, os agregados são medidos em volume, a água de amassamento é medida em volume e a sua quantidade é corrigida em função da estimativa da umidade dos agregados da determinação da consistência do concreto, conforme disposto na ABNT NBR NM 67 ou outro método normalizado.

6



7

## Conceito de rendimento:

Considerando apenas o consumo de cimento:

de 120MPa → 4 kg/MPa  
 → 1,2kg Clinker / MPa

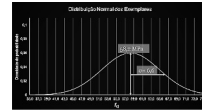
40MPa → 8 kg/MPa  
 → 2,4kg Clinker / MPa

20MPa → 12 kg/MPa  
 → 3,6kg Clinker / MPa

8

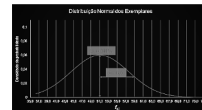
Resistência Média= 58,2MPa ( $f_{ck}=47,4\text{MPa}$ ,  $\sigma=6,6\text{MPa}$ )

kg Cimento = R\$0,40, volume total de concreto = 12.888m<sup>3</sup>



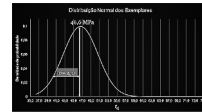
Para Resistência média= 51,0MPa ( $f_{ck}=40\text{MPa}$ ,  $\sigma=6,6\text{MPa}$ )

- 7,1 MPa a menos
- 56,8 kg/m<sup>3</sup> de cimento a menos
- R\$ 292.825,20 a menos



Para Resistência Média= 46,6MPa ( $f_{ck}=40\text{MPa}$ ,  $\sigma=4,0\text{MPa}$ )

- 11,6 MPa a menos
- 92,8 kg/m<sup>3</sup> de cimento a menos
- R\$ 478.418,70 a menos

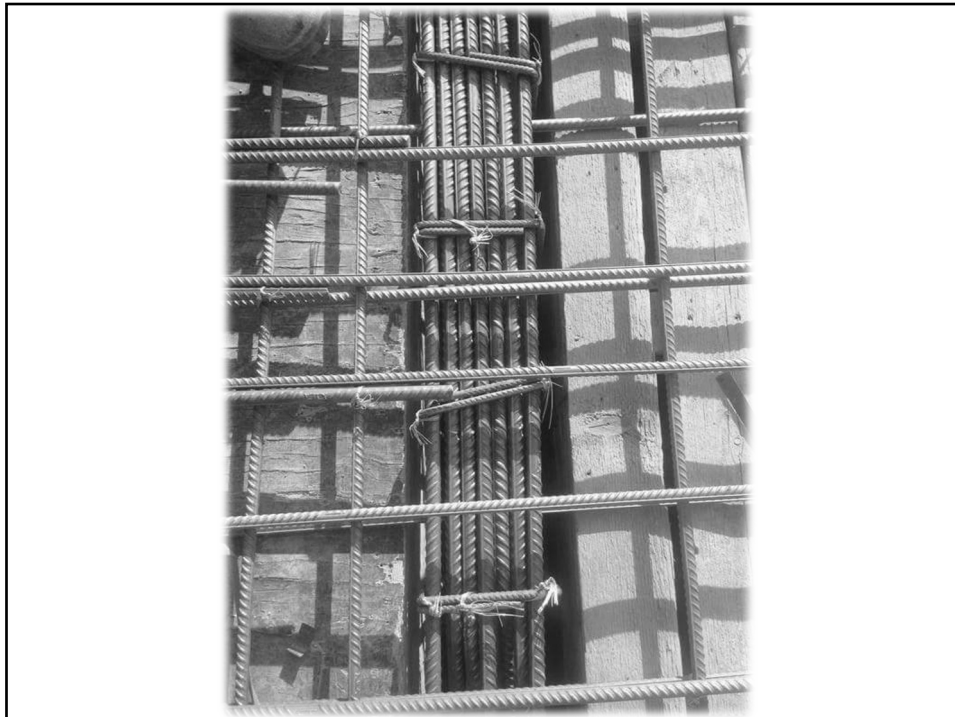


9

## como o projetista deve escolher o $f_{ck}$ ?



10



11

## **PROJETO**

*ABNT NBR 6118:2014*  
*“Projeto de estruturas de concreto —*  
*Procedimento”*

*ABNT NBR 12655:2015*  
*“Concreto de cimento Portland - Preparo,*  
*controle, recebimento e aceitação -*  
*Procedimento”*

*ABNT NBR 15575-1:2013*  
*“Edificações habitacionais — Desempenho*  
*Parte 1: Requisitos gerais”*

12

**ABNT NBR 15575-1:2013**  
**“descreve responsabilidades”**

**5. INCUMBÊNCIAS DOS INTERVENIENTES**

**✓ *Projetista:***

- estabelecer a Vida Útil de Projeto (VUP);
- especificar materiais, produtos e processos que atendam o desempenho mínimo estabelecido;
- solicitar informações ao fabricante para balizar as decisões de especificação quando não existirem normas específicas;
- inserir nos projetos ou memoriais de cálculo a consideração de VUPs maiores que os mínimos estabelecidos nesta norma.

13

**ABNT NBR 12655**

**Escopo: *estabelece os requisitos para***

- 1. Controle** de materiais, dosagem e produção do concreto;
- 2. Segurança:** controle da resistência do concreto à compressão;
- 3. Durabilidade e vida útil:** teor máximo de agressivos, a/c,  $D_{máx}$ , consumo, cobrimentos;
- 4. Controle de recebimento:** concreto fresco;
- 5. Controle e critério de aceitação:** concreto fresco e endurecido;
- 6. Não conformidade da resistência (segurança):**  
ABNT NBR 7680:2015

14

## ABNT NBR 12655:2015

### 4. ATRIBUIÇÕES DE INCUMBÊNCIAS

#### ✓ *Profissional responsável pelo projeto estrutural*

*Cabem a este profissional as seguintes responsabilidades, a serem explicitadas nos contratos e em todos os desenhos e memórias que descrevem o projeto tecnicamente, com remissão explícita para determinado desenho ou folha da memória:*

- *registro da resistência característica à compressão do concreto,  $f_{ck}$ , obrigatório em todos os desenhos e memórias que descrevem o projeto tecnicamente;*
- *especificação de  $f_{ckj}$  para as etapas construtivas, como retirada de cimbramento, aplicação de protensão ou manuseio de pré-moldados;*
- *especificação dos requisitos correspondentes à durabilidade da estrutura e elementos pré-moldados, durante sua vida útil, inclusive a classe de agressividade adotada em projeto (Tabela 1 e 2);*
- *especificação dos requisitos correspondentes às **propriedades especiais** do concreto, durante a fase construtiva e vida útil da estrutura.*

15

## ABNT NBR 6118:2014 e ABNT NBR 12655:2015

Tabela 1 – Classes de agressividade ambiental

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana <sup>a, b</sup>	Pequeno
III	Forte	Marinha <sup>a</sup>	Grande
		Industrial <sup>a, b</sup>	
IV	Muito forte	Industrial <sup>a, c</sup>	Elevado
		Respingos de maré	

<sup>a</sup> Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

<sup>b</sup> Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.

<sup>c</sup> Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes e indústrias químicas.

16



## ABNT NBR 6118:2014 e ABNT NBR 12655:2015

Tabela 2 – Correspondência entre classe de agressividade e qualidade do concreto

Concreto	Tipo	Classe de agressividade			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40
Consumo de cimento Portland por metro cúbico de concreto kg/m <sup>3</sup>	CA e CP	≥ 260	≥ 280	≥ 320	≥ 360
CA Componentes e elementos estruturais de concreto armado.					
CP Componentes e elementos estruturais de concreto protendido.					

17

## ABNT NBR 6118:2014

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para  $\Delta c = 10$  mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV <sup>c</sup>
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje <sup>b</sup>	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo <sup>d</sup>	30		40	50
Concreto protendido <sup>a</sup>	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

<sup>a</sup> Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

<sup>b</sup> Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal  $\geq 15$  mm.

<sup>c</sup> Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

<sup>d</sup> No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal  $\geq 45$  mm.

Para concretos de classe de resistência superior ao mínimo exigido, os cobrimentos definidos na Tabela 7.2 podem ser reduzidos em até 5 mm.

18

## **Propriedades especiais do concreto**

- *módulo de elasticidade ( $E_c$ );*
- *massa específica;*
- *absorção de água;*
- *teor de ar;*
- *porosidade;*
- *resistência à abrasão;*
- *dureza superficial;*
- *consistência;*
- *tempo de pega inicial e final;*
- *outras, relacionadas à durabilidade ou ao comportamento mecânico do material (cimbramento).*

19

## ***Investigação:***

**Qual é o Concreto Estrutural mais Sustentável?**

$$f_{ck} = 25\text{MPa (250kgf/cm}^2\text{)}$$

$$f_{ck} = 30\text{MPa (300kgf/cm}^2\text{)}$$

$$f_{ck} = 35 ; 40 ; 45 \text{ e } 50 \text{ MPa}$$

20

## **Investigação: edifício em Concreto Armado**

### **Conclusão:**

*Para todas as categorias de impacto, a estrutura de  $f_{ck}$  45 MPa é ambientalmente a melhor, a que causa os mínimos impactos ao meio ambiente*

Ricardo BENTO, doutorado IAU.USP.

21



22

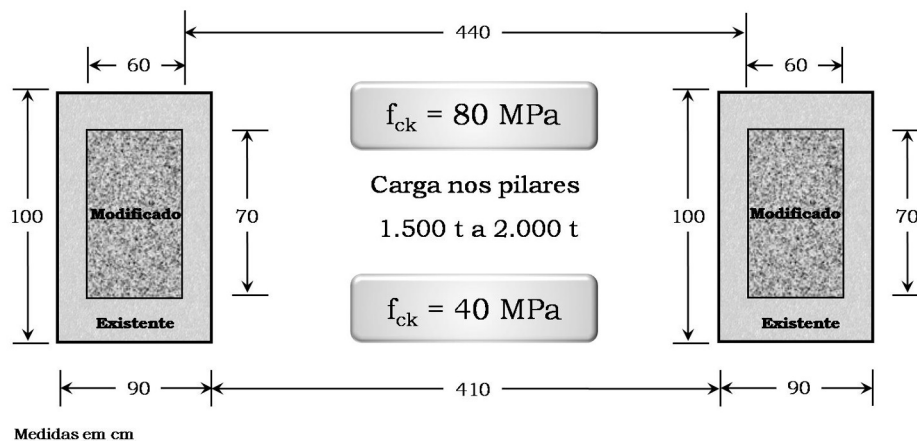
## ***e-Tower***

- Edifício e-Tower SP
- 42 andares
- Heliporto
- Piscina semi-olímpica
- Academia de ginástica
- 2 restaurantes
- concreto colorido
- $f_{ck}$  pilares = 80MPa



23

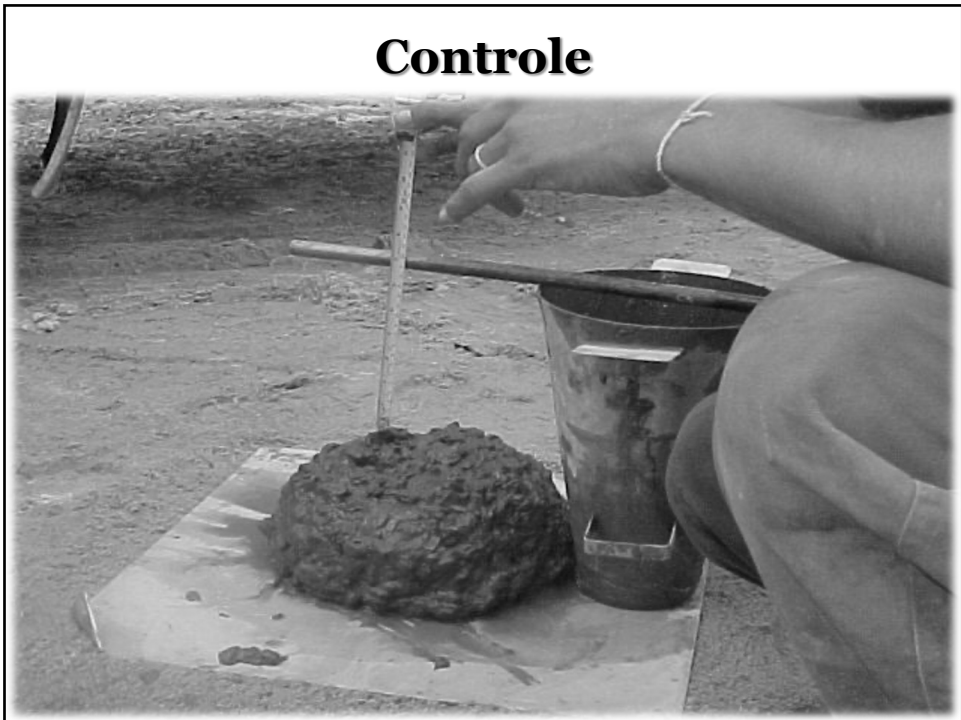
## ***Projeto estrutural (e-Tower)***



24



25



26



27

### ***Economia de Recursos Naturais***

Original:

$$f_{ck} = 40\text{MPa}$$

$$\text{seção transversal} \rightarrow 90\text{cm} \times 100\text{cm} \\ = 0,90\text{m}^2$$

**HPC / HSC:**

$$f_{ck} = 80\text{MPa}$$

$$\text{seção transversal} \rightarrow 60\text{cm} \times 70\text{cm} \\ = 0,42\text{m}^2$$

28

## Sustentabilidade



- **70% menos areia**
- **70% menos brita**
- **53% menos concreto**
- **53% menos água**
- **20% menos cimento**
- **31% menos área de forma**

29

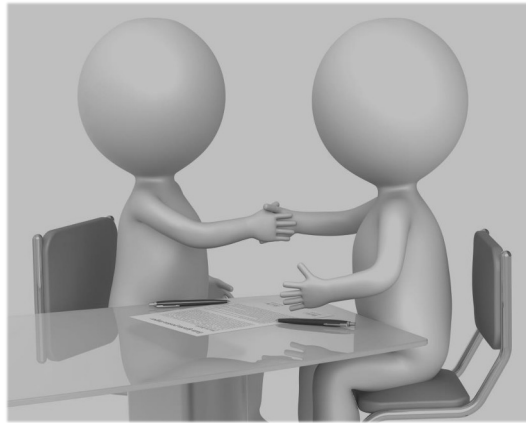
## Sustentabilidade



- **25% mais reaproveitamento de forma**
- **43% menos aço**
- **16 carros/vagas a mais**
- **10x vida útil**
- **100% desforma mais rápida**

30

# como contratar o concreto?



31

1.  $f_{ck}$  a 28 dias;
2. Abatimento ou fluidez;
3.  $D_{max}$  do agregado graúdo;
4. Temperatura;
5. Módulo;
6.  $f_c$  a j dias
7. Consumo ?
8. Relação a/c ?
9. Cimento ?
10. Adições ?
11. Gelo?
12. Classe de Agressividade ?
13. Natureza dos agregados: granito, basalto ou calcário ?

32



# ABNT NBR 8953:2015

Tabela 2 – Classes de consistência

Classe	Abatimento mm	Aplicações típicas
S10	$10 \leq A < 50$	Concreto extrusado, vibroprensado ou centrifugado
S50	$50 \leq A < 100$	Alguns tipos de pavimentos e de elementos de fundações
S100	$100 \leq A < 160$	Elementos estruturais, com lançamento convencional do concreto
S160	$160 \leq A < 220$	Elementos estruturais com lançamento bombeado do concreto
S220	$\geq 220$	Elementos estruturais esbeltos ou com alta densidade de armaduras

NOTA 1 De comum acordo entre as partes, podem ser criadas classes especiais de consistência, explicitando a respectiva faixa de variação do abatimento.

NOTA 2 Os exemplos desta Tabela são ilustrativos e não abrangem todos os tipos de aplicações.

33

# ABNT NBR 15823-1:2017

Tabela A.1 – Classes de espalhamento do CAA em função de sua aplicação

Classe de espalhamento	Espalhamento mm	Aplicação	Exemplo
SF 1	550 a 650	Estruturas não armadas ou com baixa taxa de armadura e embutidos, cuja concretagem é realizada a partir do ponto mais alto, com deslocamento livre Estruturas que requerem uma curta distância de espalhamento horizontal do concreto autoadensável	Lajes Estacas e certas fundações profundas
SF 2	660 a 750	Adequada para a maioria das aplicações correntes	Paredes, vigas, pilares e outras
SF 3	760 a 850	Estruturas com alta densidade de armadura e/ou de forma arquitetônica complexa, com o uso de concreto com agregado graúdo de pequenas dimensões (menor que 12,5 mm)	Pilares-parede Paredes-diafragma Pilares

34

# **CARTA DE TRAÇO**

*ABNT NBR 7212:2012*  
*“Execução de concreto dosado em central –  
Procedimento”*

35

## **ABNT NBR 7212:2012**

### **5.4 CARTA DE TRAÇO**

*A carta de traço deve conter:*

- a) Data de elaboração da carta de traço;*
- b) Código de identificação do traço;*
- c) Especificações do concreto;*
- d) Materiais utilizados;*
- e) Fornecedores de insumos;*
- f) Quantidade em massa de cada componente;*
- g) Assinatura do responsável técnico*

36

## Recomendações

A carta de traço submetida pela(s) empresa(s) fornecedora(s) de concreto à Construtora deverá descrever, no mínimo:

- o traço em massa seca de materiais por  $m^3$  de concreto adensado;
- a massa específica do concreto em  $kg/m^3$ ;
- os consumos de cimento por  $m^3$ ;
- o teor de argamassa seca;
- o  $D_{max}$  do agregado graúdo;
- a consistência do concreto fresco (*slump*) ou classe de espalhamento (se autoadensável);
- a classe de concreto (C20; C25; C30; C35; C40; C45 ou C50) de acordo com a ABNT NBR 8953:2015 “Concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência”;
- o módulo de elasticidade secante ou tangente inicial do concreto em GPa (ideal secante);
- o consumo de água por  $m^3$ ;
- a relação água/materiais cimentícios (quando for o caso);
- o consumo de materiais cimentícios (quando for o caso) por  $m^3$ ;
- a classe de agressividade à qual esse concreto atende;
- outras características e propriedades requeridas do concreto para casos específicos, como uso de gelo, pigmentos, impermeabilizantes por cristalização integral ou fibras sintéticas especiais.

37

## como contratar a Empresa de Serviços de Concretagem?



38

## **Como é o Processo de Produção?**

### **A usina fornece condições para conferência do concreto recebido**

- ✓ Volume do concreto;
- ✓ Classe de agressividade;
- ✓ Abatimento (slump-test);
- ✓  $f_{ck}$ ;
- ✓ Consumo de cimento/m<sup>3</sup>;
- ✓ Aditivo, quando solicitado;
  - ✓ Número do lacre;
- ✓ Hora de saída do concreto da usina.

39

## **CENTRAL DE CONCRETO**

*ABNT NBR 7212:2012*

*“Execução de concreto dosado em central –  
Procedimento”*

40

## **ABNT NBR 12655:2015**

### **4. ATRIBUIÇÕES DE INCUMBÊNCIAS**

#### **✓ Concreto preparado por empresa de serviços de concretagem:**

*A empresa de serviços de concretagem deve assumir a responsabilidade pelo serviço e cumprir as prescrições relativas às etapas de preparo de concreto, bem como as disposições desta Norma e da ABNT NBR 7212.*

41

## **ABNT NBR 7212:2012**

### **4. REQUISITOS GERAIS**

#### **4.1 Armazenamento dos materiais componentes do concreto**

*O armazenamento deve ser feito em locais ou recipientes apropriados, de modo a não permitir a contaminação por elementos indesejáveis, evitando a alteração ou a mistura de componentes com características e de procedências diferentes.*

#### **4.2 Calibração dos equipamentos**

*As balanças devem atender à portaria vigente do Inmetro, para classe 3. Os dosadores volumétricos de água e aditivos devem ser calibrados periodicamente, de forma a assegurar que a diferença entre o volume nominal e o registrado seja igual ou inferior a 2% do primeiro.*

*Devem ser executadas calibrações frequentes:*

- *centrais com células de carga: no máximo a cada 6 meses;*
- *centrais com transmissão mecânica: no máximo a cada 3 meses;*
- *em obras especiais (barragens, pontes e túneis): em função do volume de concreto preparado.*

42

## ABNT NBR 7212:2012

### 4. REQUISITOS GERAIS

#### 4.3 Dosagem dos materiais componentes do concreto

Os desvios tolerados para as dosagens dos materiais componentes do concreto são devidos somente a variações de pesagem intrínsecas à operação.

- **agregados** → 3% da massa ou 1% da capacidade da balança (adotar o menor valor)
- **cimento** → 1% da capacidade da balança (dosagens iguais ou superiores a 30% da capacidade da balança) ou 4% do valor nominal da massa (dosagens inferiores a 30% da capacidade da balança)
- **água** → 3% do valor nominal da massa ou volume. Essa quantidade compreende, além da água adicionada, a devida à umidade dos agregados, a utilizada para dissolução dos aditivos e a adicionada sob a forma de gelo.
- **aditivos** → 5% da quantidade nominal da massa (dosagens inferiores a 30% da capacidade da balança)
- **outros materiais** → de acordo com as tolerâncias do fornecedor

43



44

## Exemplo

$$f_{ck} = 20\text{MPa}$$

Cimento = 280 kg/m<sup>3</sup>

Areia = 845 kg/m<sup>3</sup>

Brita = 1036 kg/m<sup>3</sup>

Água = 210 L/m<sup>3</sup>

$\mu = 3\% \text{ e } 5\%$

$$\mu = 3\%$$

$$845 \times 0,03 = 25,35L$$

$$\frac{25,35}{210} \times 100 = \mathbf{12\%}$$

$$\mu = 5\%$$

$$845 \times 0,05 = 42,25L$$

$$\frac{42,25}{210} \times 100 = \mathbf{20\%}$$

$$f_{ck} = 50\text{MPa}$$

Cimento = 480 kg/m<sup>3</sup>

Areia = 801 kg/m<sup>3</sup>

Brita = 1010 kg/m<sup>3</sup>

Água = 160 L/m<sup>3</sup>

$\mu = 3\% \text{ e } 5\%$

$$\mu = 3\%$$

$$801 \times 0,03 = 24,03L$$

$$\frac{24,03}{160} \times 100 = \mathbf{15\%}$$

$$\mu = 5\%$$

$$801 \times 0,05 = 40,05L$$

$$\frac{40,05}{160} \times 100 = \mathbf{25\%}$$

45

## ABNT NBR 7212:2012

### 4. REQUISITOS GERAIS

#### 4.4 Mistura

*O volume de concreto não pode exceder a capacidade nominal de mistura do equipamento, conforme especificação do fabricante.*

*Os equipamentos devem ser verificados quanto ao desgaste das pás, estanqueidade do misturador, velocidade e tempo de mistura e aderência limpeza do misturador, a fim de assegurar a eficiência necessária da mistura.*

*Devem ser obedecidas as especificações dos equipamentos no que diz respeito ao tempo de mistura, velocidade, número de rotações e capacidade volumétrica.*

#### 4.4.4 Adição suplementar de água

*Antes do início da descarga ao verificar que o concreto apresenta abatimento dentro da classe de consistência especificada, não se admite adição suplementar de água.*

*Qualquer adição de água exigida pela contratante **exime** a empresa de serviços de concretagem de qualquer responsabilidade quanto às características do concreto constantes no pedido.*

46

## ABNT NBR 7212:2012

### 4. REQUISITOS GERAIS

#### 4.5 Transporte e lançamento do concreto

##### 4.5.2 Período de tempo para o transporte

O tempo de transporte do concreto decorrido entre o início da mistura, a partir da primeira adição de água, até a entrega do concreto deve ser:[...]

b) inferior a 90min, no caso do emprego de caminhão betoneira; [...]

##### 4.5.3 Período de tempo para as operações de lançamento e adensamento do concreto

O lançamento e adensamento do concreto devem ser:[...]

b) realizados em tempo inferior a 150min, contado a partir da primeira adição de água, no caso de emprego de caminhão betoneira. Decorridos 150min contados a partir da primeira adição de água, fica a empresa prestadora de serviços de concretagem eximida de responsabilidade do concreto aplicado. [...]

Se esses prazos não foram atendidos, **cabe à contratante recusar o recebimento.**

47



48

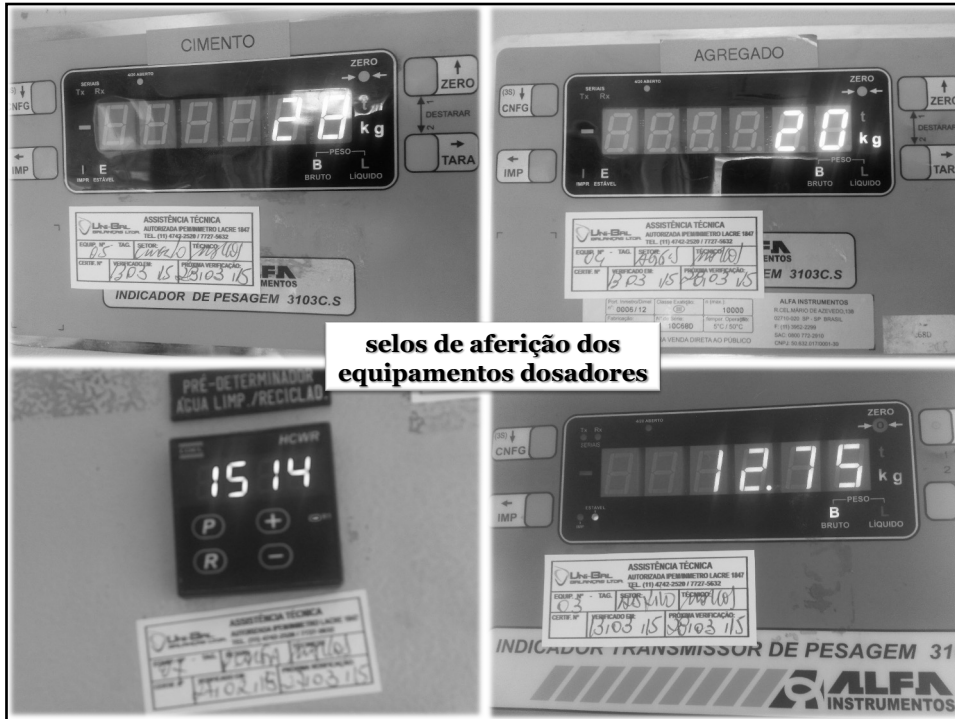




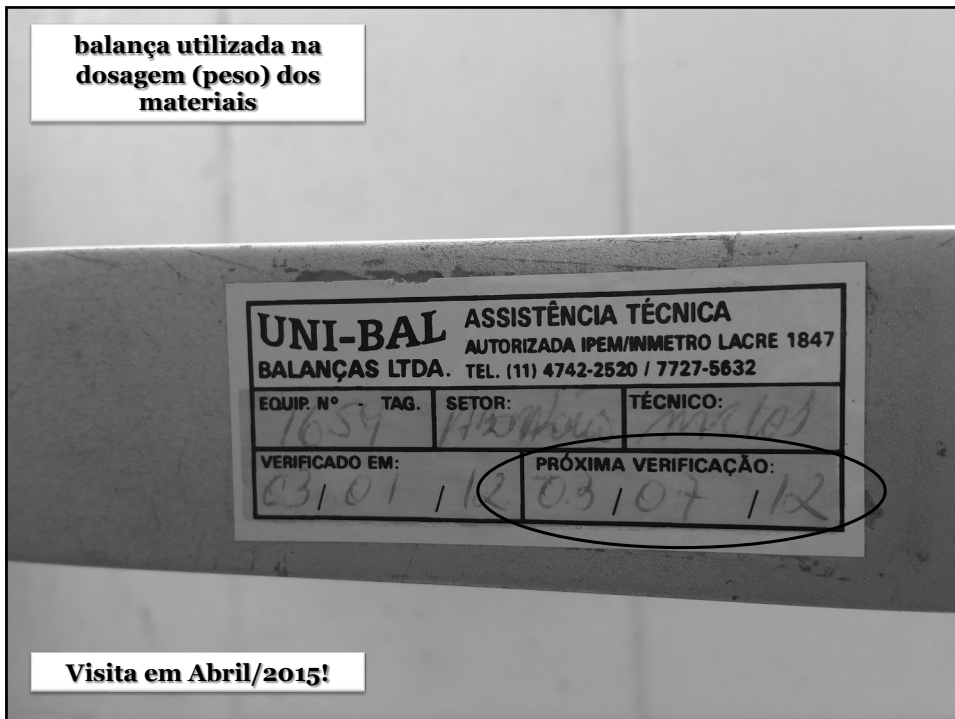
49



50

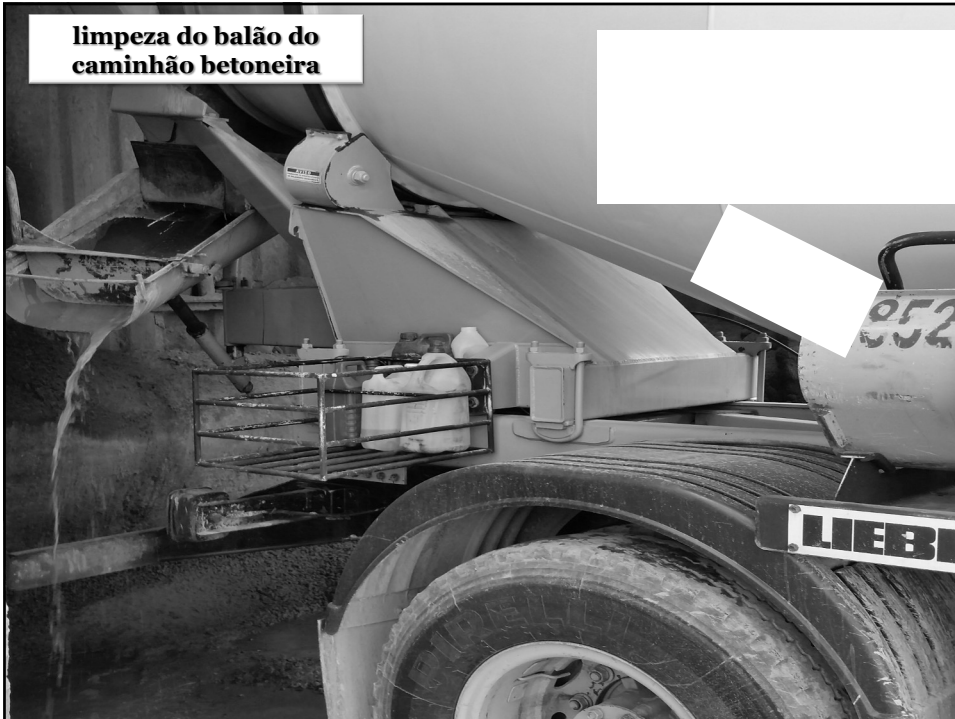


51



52

**limpeza do balão do  
caminhão betoneira**



53

**limpeza do balão do  
caminhão betoneira**



54



**Redosador**

55



**Adição de água no redosador  
(sem controle)**

56



57



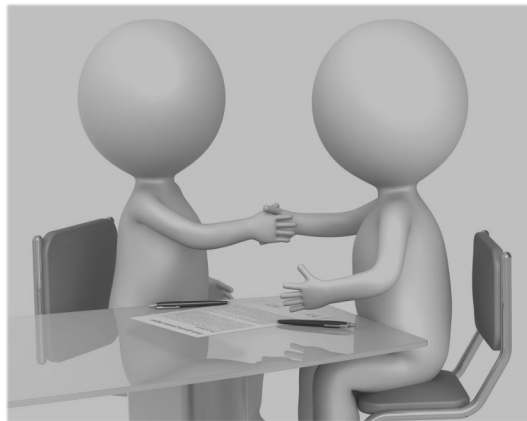
58

## **Aditivos**



59

## **como dosar o concreto para produção?**



60

## **DOSAGEM**

*ABNT NBR 12655:2015*  
*“Concreto de cimento Portland - Preparo,  
controle, recebimento e aceitação -  
Procedimento”*

61

**ABNT NBR 6118:2014**  $f_{ck}$   
**ABNT NBR 12655:2015**  $f_{ck,est}$   
**referencial de segurança**  
 $f_{ck}$

62

## Estudo de dosagem do concreto

### *Racional e experimental:*

- ✓ Concreto de classe C20 ou superior (ABNT NBR 8953:2015);
- ✓ Estudo realizado com antecedência e com os mesmos materiais e condições semelhantes àquelas da obra;
- ✓ Refazer o estudo de dosagem no caso de mudança da marca, tipo ou classe do cimento, procedência e qualidade dos agregados e demais materiais;
- ✓ Concreto autoadensável (CAA): ABNT NBR 15823:2010.

### *Dosagem empírica:*

- ✓ Concreto de classes C10 e C15;
- ✓ Consumo mínimo de cimento: 300kg/m<sup>3</sup>.

63

## Estudo de dosagem experimental do concreto



Manual de Dosagem e Controle do Concreto. São Paulo, PINI / SENAI, 1993. 189p. Método IBRACON



64



## Estudo de dosagem do concreto

A resistência de dosagem deve atender às condições de variabilidade durante a construção, que é medida pelo desvio-padrão, e levada em conta no cálculo da resistência de dosagem, segundo a equação:

$$f_{cm,j} = f_{ck,j} + 1,65 \times s_{dj} \longrightarrow \text{dependente da condição de preparo}$$

onde

$f_{cm,j}$  é a resistência média do concreto à compressão, prevista para a idade de  $j$  dias, expressa em megapascals (MPa);

$f_{ck,j}$  é a resistência característica do concreto à compressão, prevista para a idade de  $j$  dias, expressa em megapascals (MPa);

$s_{dj}$  é o desvio-padrão da dosagem, prevista para a idade de  $j$  dias, expressa em megapascals (MPa);

65

## Condições de preparo do concreto

Condição de preparo	Classe do concreto	Cimento	Agregados	Água	Correção da água em função da umidade dos agregados
A	todas	massa	massa	massa ou volume	sim
B	C10 a C20	massa	volume	volume	sim
C	C10 e C15	massa	volume	volume	estimada

66

## Desvio padrão

### Concreto com desvio-padrão conhecido:

- ✓ Deve ser fixado com no mínimo 20 resultados consecutivos obtidos no intervalo de 30 dias;
- ✓ Em nenhum caso, o valor de  $s_d$  adotado pode ser menor que 2MPa.

### Concreto com desvio-padrão desconhecido:

Tabela 6 – Desvio-padrão a ser adotado em função da condição de preparo do concreto

Condição de preparo do concreto	Desvio-padrão MPa
A	4,0
B	5,5
C	7,0

67

## Exemplo - obtenção de $f_{cm,j}$

condição de preparo: A

Para um  $f_{ck}$  de:  $f_{cm,j} = f_{ck,j} + 1,65 \times s_{d,j}$  CV

20 MPa  $\Rightarrow f_{cm,j} = 20 + 1,65 \times 4 = 26,6$  MPa 15%

30 MPa  $\Rightarrow f_{cm,j} = 30 + 1,65 \times 4 = 36,6$  MPa 10%

50 MPa  $\Rightarrow f_{cm,j} = 50 + 1,65 \times 4 = 56,6$  MPa 7%

...e quando a amostragem é total?

68

## Exemplo - obtenção de $f_{cm,j}$

condição de preparo: A

Para um $f_{ck}$ de:	$f_{cm,j} = f_{ck,j} + 1,65 \times s_{d,j}$	CV
20 MPa →	$f_{cm,j} = 20 + 1,65 \times 2 = 23,3$ MPa	7,5%
30 MPa →	$f_{cm,j} = 30 + 1,65 \times 2 = 33,3$ MPa	5,0%
50 MPa →	$f_{cm,j} = 50 + 1,65 \times 2 = 53,3$ MPa	3,5% !!!!

69

## Ajuste e comprovação do traço

- ✓ Antes do início da concretagem, deve-se preparar uma amassada de concreto para comprovação e eventual ajuste do traço definido no estudo de dosagem.



evento  
protótipo

70

# **como escolher os insumos para o concreto?**



71

## **INSUMOS (MATERIAIS)**

*ABNT NBR 12655:2015*  
*“Concreto de cimento Portland - Preparo,  
controle, recebimento e aceitação -  
Procedimento”*

72

## Requisitos dos materiais componentes



73

### ABNT NBR 12655:2015

#### 5.1.1 REQUISITOS PARA OS MATERIAIS COMPONENTES DO CONCRETO

➤ **Cimento Portland**

Conforme seu tipo e classe, deve cumprir com os requisitos das: ABNT NBR 5732, ABNT NBR 5733, ABNT NBR 5735, ABNT NBR 5736, ABNT NBR 5737, ABNT NBR 11578, ABNT NBR 12989 ou ABNT NBR 13116.

➤ **Agregados**

Devem cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 7211.

➤ **Reatividade com álcalis**

Devem ser obedecidos os requisitos da ABNT NBR 15577-1.

➤ **Água**

Deve atender os requisitos da ABNT NBR 15900-1.

➤ **Aditivos**

Devem cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 11768.

➤ **Sílica ativa**

Deve atender os requisitos da ABNT NBR 13956-1.

➤ **Metacaulim**

Deve atender os requisitos da ABNT NBR 15894-1.

➤ **Outros materiais pozolânicos**

Deve atender os requisitos da ABNT NBR 12653.

74



75

## Fatores a considerar na seleção do cimento



76

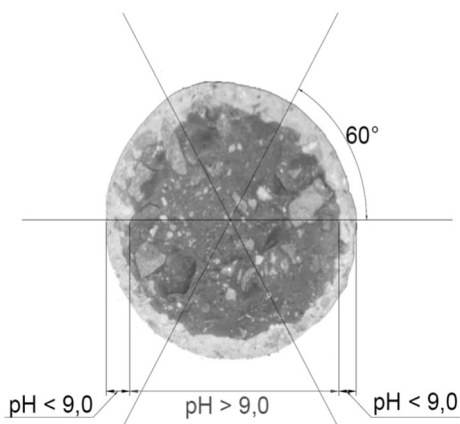
## Fatores a considerar na seleção do cimento

O tipo de cimento influencia a velocidade de carbonatação já que a reserva alcalina é função da composição química do cimento e das adições.



77

## Fatores a considerar na seleção do cimento



Medeiros UFPR



Câmara de carbonatação do laboratório LAME/DCC da UFPR

78

# **como receber o concreto no canteiro?**



79

## **CONTROLE DE RECEBIMENTO**

*ABNT NBR 12655:2015*  
*“Concreto de cimento Portland - Preparo,  
controle, recebimento e aceitação -  
Procedimento”*

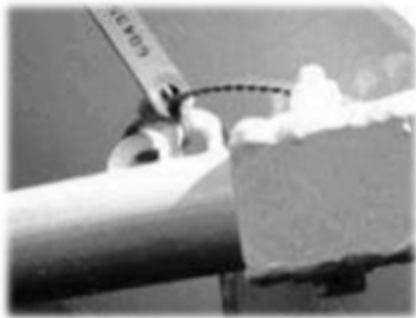
80



## Recebimento em Obra

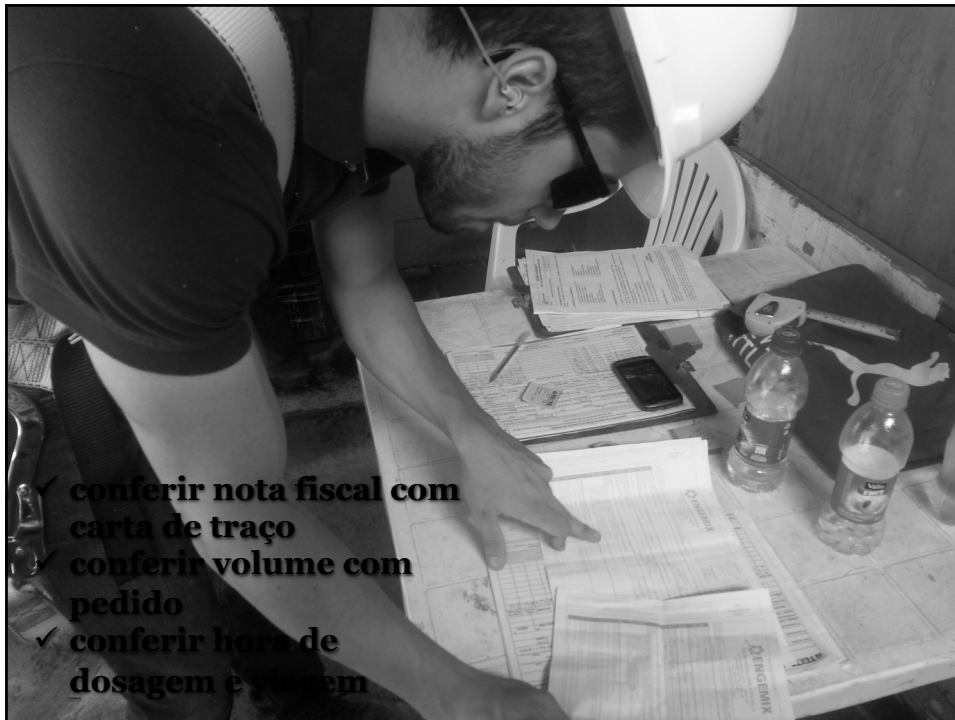


Comparar o número do lacre com o especificado na nota fiscal



Fica na traseira do caminhão, travando a abertura da bica de concreto

81



- ✓ conferir nota fiscal com carta de traço
- ✓ conferir volume com pedido
- ✓ conferir hora de dosagem e volume

82

## **Ensaio de controle de recebimento (consistência)**

✓ **Conforme ABNT NBR NM 67:1998**

✓ **SCC (autoadensável): ABNT NBR  
15823:2017;**

83



**Cone de Abrams**  
*Slump-test* ou Abatimento

84



85



86



87



88



**Recebimento**

89



**Recebimento**

90



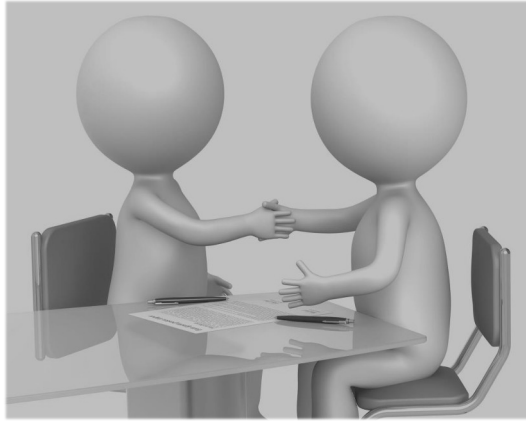
91

### **Outras propriedades:**

- ✓ Massa específica;
- ✓ Teor de ar aprisionado;
- ✓ Temperatura;
- ✓ Cor;
- ✓ Exsudação;
- ✓ Consumo ?
- ✓ Volume ?
- ✓ Relação a/c ?
- ✓ Tipo de cimento ?
- ✓ Adições ?
- ✓ Aditivos ?
- ✓ Natureza do agregado ?
- ✓  $D_{max}$  do agregado graúdo ?

92

## como aceitar o concreto ?



93

- ✓ 2 cps para 28 dias (3cps para 28 dias);
- ✓ 1 cp para 7 dias ( $> 0,8 * f_{ck}$  ou  $f_{ck} = 1,25 * f_{c7}$ )
- ✓ 1 cp para 63 dias ( $1,1 f_{ck}$ )

- ✓ Módulo ?
- ✓ Resistividade ?
- ✓ Carbonatação ?
- ✓ Cloretos ?
- ✓ Cor ?

94

# **CONTROLE DE ACEITAÇÃO**

*ABNT NBR 12655:2015*

*“Concreto de cimento Portland - Preparo,  
controle, recebimento e aceitação -  
Procedimento”*

95

**Brasil: ABNT NBR 12655:2015**

***Concreto de cimento Portland. Preparo,  
controle, recebimento e aceitação***

**Europa: Eurocode II**

***EN 206-1:2013 Concrete: Specification,  
performance, production and conformity***

**USA: ACI 318-14**

**Building Code Requirements for Structural  
Concrete**

*Chapter 26. Construction Documents  
and Inspection.*

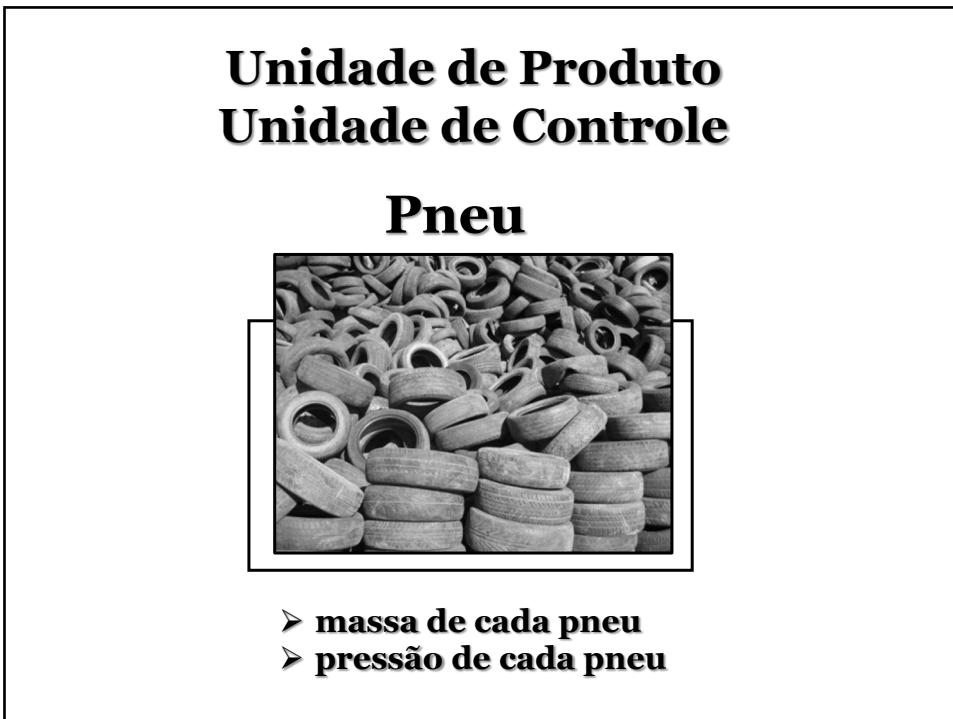
*item 26.12. Concrete evaluation and acceptance*

96





97



98

## **Unidade de Produto Unidade de Controle**

### **Bolinha de gude**



- **massa de cada bolinha**
- **diâmetro de cada bolinha**

99

## **Unidade de Produto Unidade de Controle Concreto**



- **metro cúbico**
- **corpo de prova**
- **metro quadrado**
- **pilar, viga, laje**

100

**CONCRETO**  
**Unidade de Produto**

**betonada**  
**amassada**  
**mistura-traço**

**CONCRETO**  
**Unidade de Controle**

**resistência à compressão do cp**  
**MPa, kgf/cm<sup>2</sup>, psi**  
**exemplar**

101

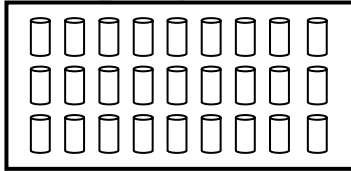
**Amostragem ABNT NBR 12655:2015**

- ✓ **As amostras são compostas por exemplares;**
- ✓ **Cada exemplar constitui-se de, no mínimo, dois CPs irmãos (mesma amassada, moldados no mesmo ato) para cada idade de ruptura;**
- ✓ **Resistência do exemplar (betonada): o maior dos valores obtidos dos CPs no ensaio de resistência à compressão;**
- ✓ **A amostragem pode ser total ou parcial.**

102

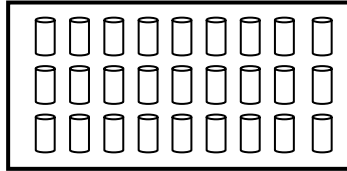
## Amostragem ABNT NBR 12655

Universo,  
População, Lote



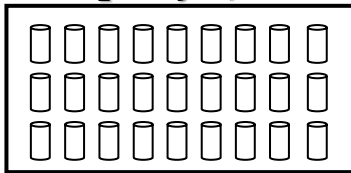
=

Amostra



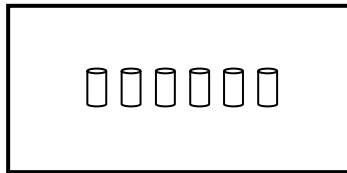
não há o  
que  
estimar

Universo,  
População, Lote



≠

Amostra

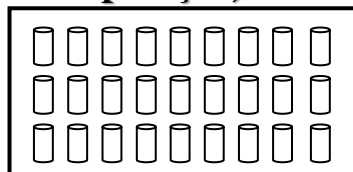


usar  
estimador

103

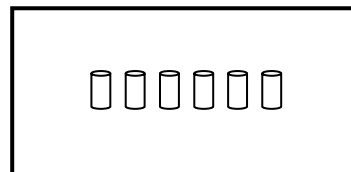
## Amostragem ABNT NBR 12655

Universo,  
População, Lote



≠

Amostra



✓  $6 \leq n < 20$ :

$$f_{ck,est} = 2 \times \frac{f_1 + f_2 + \dots + f_{m-1} - f_m}{m-1}$$

onde

m é igual a n/2. Despreza-se o valor mais alto de n, se for ímpar;

$f_1, f_2, \dots, f_m$  são os valores das resistências dos exemplares, em ordem crescente.

✓  $n \geq 20$ :

$$f_{ck,est} = f_{cm} - 1,65 \times S_d$$

onde:

$f_{cm}$  é a resistência média dos exemplares do lote, em MPa;

$S_d$  é o desvio padrão dessa amostra de n exemplares, em MPa.

104

## **Amostragem total ABNT NBR 12655:2015**

- ✓ **Todas as betonadas são amostradas e representadas por um exemplar que define a resistência à compressão daquele concreto naquela betonada (unidade de produto):**

$$f_{ck,est} = f_{c,betonada}$$

- ✓ *Não há o que estimar porque todo o lote (população) é conhecido.*

105

## **Conformidade dos lotes**

- ✓ **O valor estimado da resistência característica dos lotes de concreto (amostragem parcial) ou dos exemplares (amostragem total) deve atender:**

$$f_{ck,est} \geq f_{ck}$$

106

## **ACI American Concrete Institute**

**ACI 318-14 Building Code Requirements for Structural Concrete**  
*Chapter 26. Construction Documents and Inspection. item 26.12.*  
*Concrete evaluation and acceptance*

- Laboratório de Controle deve ser acreditado pela norma ASTM C1077 e laboratoristas sejam certificados pelo ACI;
- CPs sejam retirados em conformidade com a ASTM 172, moldados e sazoados em conformidade com a ASTM C31 e ensaiados em conformidade com a ASTM C39;

107

## **ACI American Concrete Institute**

**ACI 318-14 Building Code Requirements for Structural Concrete**  
*Chapter 26. Construction Documents and Inspection. item 26.12.*  
*Concrete evaluation and acceptance*

- Recomenda que a amostragem obedeça a:
  - $\geq 1$  exemplar por dia de concretagem;
  - $\geq 1$  exemplar para cada  $115\text{m}^3$  de concreto;
  - $\geq 1$  exemplar para cada  $465\text{m}^2$  de área superficial para lajes ou paredes;
  - Dispensado o controle para volumes inferiores a  $38\text{m}^3$ , desde que exista carta de traço aprovada;
  - Cada betonada fornece apenas um resultado;
  - Para representar um exemplar, obter a média de 2 corpos de prova cilíndricos de 15cm diâmetro por 30cm altura ou média de 3 corpos de prova de 10cm de diâmetro e 20cm de altura.

108

## ACI American Concrete Institute

ACI 318-14 Building Code Requirements for Structural Concrete  
Chapter 26. Construction Documents and Inspection, item 26.12.  
Concrete evaluation and acceptance

- Como **critério de aceitação** exige:

$$f_{cm3,est} \geq f_{ck}$$

$$0,9 * f_{ck} \text{ para } f_{ck} > 35\text{MPa}$$

$$f_{ci} = f_{ck} - 3,5\text{MPa para } f_{ck} < 35\text{MPa}$$

109

### Exemplo: Para $f_{ck} = 40\text{MPa}$

ACI 318-14:

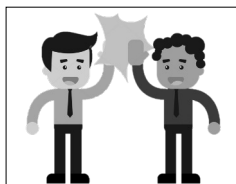
41,7

42,3

36

43,5

41,5



ABNT NBR 12655:2015:

41,7

42,3

39

43,5

41,5



110

## ***fib* Model Code 2010**

No *fib* Model Code 2010

não **constam**

**procedimentos para controle da  
resistência do concreto, salvo rápida  
referência à ISO 22965 e à EN 206.**

111

## **Eurocode II:2004**

Eurocode II também remete as diretrizes para controle e recebimento à *EN 206-1:2013 Concrete: Specification, performance, production and conformity*.

Chapter 8. *Conformity Control and Conformity Criteria*.

8.2.1 *Conformity control for compressive strength*

112



## EN 206-1:2013

- Além da responsabilidade pela produção do concreto caber à Empresa de Serviços de Concretagem, também é necessário aferir a conformidade do concreto no recebimento e aceitação em obra;
- Recomenda que a amostragem siga a EN 12350-1 *Testing Fresh Concrete*.

113

## EN 206-1:2013

- 8.2.1.2 Sampling and testing plan

Table 17 – Minimum rate of sampling for assessing conformity

Production	Minimum rate of sampling		
	First 50 m <sup>3</sup> of production	Subsequent to first 50 m <sup>3</sup> of production <sup>a</sup> , the highest rate given by:	
		Concrete with production control certification	Concrete without production control certification
Initial (until at least 35 test results are obtained)	3 samples	1 per 200 m <sup>3</sup> or 1 per 3 production days <sup>d</sup>	1 per 150 m <sup>3</sup> or 1 per production day <sup>d</sup>
Continuous <sup>b</sup> (when at least 35 test results are available)	---	1 per 400 m <sup>3</sup> or 1 per 5 production days <sup>c, d</sup> or 1 per calendar month	

<sup>a</sup> Sampling shall be distributed throughout the production and should not be more than 1 sample within each 25 m<sup>3</sup>.

<sup>b</sup> Where the standard deviation of the last 15 or more test results exceeds the upper limits for  $s_n$  according to Table 19, the sampling rate shall be increased to that required for initial production for the next 35 test results.

<sup>c</sup> Or if there are more than 5 production days within 7 consecutive calendar days, once per calendar week.

<sup>d</sup> The definition of a 'production day' shall be stated in provisions valid in the place of use.

114

# EN 206-1:2013

Como critério de aceitação, 8.2.1.3

- *Conformity criteria for compressive strength*

- *Critério para resultados individuais:*

- ✓ Qualquer valor individual deve ser

$$f_{ci} \geq f_{ck} - 4 \quad \text{qualquer que seja o } f_{ck}$$

- *Critério para resultados médios:*

- ✓ Produção inicial: a média de 3 resultados consecutivos deve ser

$$f_{cm3,est} \geq f_{ck} + 4 \quad \text{qualquer que seja o } f_{ck}$$

- ✓ Produção contínua: a média de, no mínimo, 15 resultados consecutivos deve ser:

$$f_{cm,15,est} \geq f_{ck} + 1,48 * \sigma \quad \text{qualquer que seja o } f_{ck}$$

115

## Resumo - frequência dos ensaios

ABNT NBR 12655	• a cada 8m³!!				
ACI 318-14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ≥ uma vez por dia de concretagem;</li> <li>• ≥ uma vez por cada 115m³ de concreto;</li> <li>• ≥ uma vez por cada 465m² de superfície de lajes ou muros;</li> <li>• dispensado o controle para volumes &lt;38m³</li> </ul>				
EN 206-1:2013	• ≥ 3 amostras nos primeiros 50m³;				
	<table border="1"> <tr> <td>Produção inicial (até 35 resultados de ensaio disponíveis)</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ≥ 1 amostra a cada 200m³ ou a cada 3 dias de produção (concreto c/ certificação do controle de produção)</li> <li>• ≥ 1 amostra a cada 150m³ ou a cada dia de produção (concreto s/ certificação do controle de produção)</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>Produção contínua (mais de 35 resultados de ensaio disponíveis)</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ≥ 1 amostra a cada 400m³ ou a cada 5 dias de produção ou a cada mês (concreto c/ certificação do controle de produção)</li> <li>• ≥ 1 amostra a cada 150m³ ou a cada dia de produção (concreto s/ certificação do controle de produção)</li> </ul> </td> </tr> </table>	Produção inicial (até 35 resultados de ensaio disponíveis)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ≥ 1 amostra a cada 200m³ ou a cada 3 dias de produção (concreto c/ certificação do controle de produção)</li> <li>• ≥ 1 amostra a cada 150m³ ou a cada dia de produção (concreto s/ certificação do controle de produção)</li> </ul>	Produção contínua (mais de 35 resultados de ensaio disponíveis)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ≥ 1 amostra a cada 400m³ ou a cada 5 dias de produção ou a cada mês (concreto c/ certificação do controle de produção)</li> <li>• ≥ 1 amostra a cada 150m³ ou a cada dia de produção (concreto s/ certificação do controle de produção)</li> </ul>
	Produção inicial (até 35 resultados de ensaio disponíveis)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ≥ 1 amostra a cada 200m³ ou a cada 3 dias de produção (concreto c/ certificação do controle de produção)</li> <li>• ≥ 1 amostra a cada 150m³ ou a cada dia de produção (concreto s/ certificação do controle de produção)</li> </ul>			
Produção contínua (mais de 35 resultados de ensaio disponíveis)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ≥ 1 amostra a cada 400m³ ou a cada 5 dias de produção ou a cada mês (concreto c/ certificação do controle de produção)</li> <li>• ≥ 1 amostra a cada 150m³ ou a cada dia de produção (concreto s/ certificação do controle de produção)</li> </ul>				

116

## Resumo – critérios de aceitação

ABNT NBR 12655	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>f_{ck,est} \geq f_{ck}</math></li> </ul>
ACI 318-14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>f_{ci} \geq f_{ck} - 3,5\text{MPa}</math> para <math>f_{ck} &lt; 35\text{MPa}</math></li> <li>• <math>f_{ci} \geq 0,9 * f_{ck}</math> para <math>f_{ck} &gt; 35\text{MPa}</math></li> <li>• <math>f_{cm3,est} \geq f_{ck}</math></li> </ul>
EN 206-1:2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>f_{ci} \geq f_{ck} - 4;</math></li> <li>• <math>f_{cm,3,est} \geq f_{ck} + 4</math></li> <li>• <math>f_{cm,15,est} \geq f_{ck} + 1,48 * \sigma</math></li> </ul>

117

## Resumo

- ✓ O procedimento de controle adotado no Brasil é o mais rigoroso do mundo !
- ✓ Com amostragem total conhecemos toda a população em exame ! Mais segurança que isso impossível !
- ✓ Com amostragem parcial estamos limitados a lotes máximos de 50m<sup>3</sup> e de 100m<sup>3</sup> para os quais são exigidos 6 exemplares, o que dá uma média de moldar um exemplar a cada 8m<sup>3</sup> ou a cada 16m<sup>3</sup> e, portanto, continua muito mais rigoroso que outros países !
- ✓ Não aceitamos nenhum valor  $f_{ci}$  abaixo de  $f_{ck}$  enquanto outros países aceitam 3,5MPa, 4MPa ou mais (10%) abaixo de  $f_{ck}$

118

## Aceitação do concreto

- ✓ O concreto deve ser aceito se atendidas todas as especificações de norma e de projeto



conformidade

119

## Rejeição do concreto

- ✓ Em caso de não conformidade, consultar a ABNT NBR 7680:2015



não conformidade

120

## Controle do concreto

- ✓ **O laboratório deve ser acreditado pelo INMETRO (RBLE – Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios)**
- ✓ **O laboratório deve possuir em seu Escopo de Acreditação os ensaios mínimos para realização do controle do concreto em obra**
- ✓ **A mão de obra laboratorial deve ser qualificada (ABNT NBR 15146:2011)**

121



122



123



124



125



126



127







129



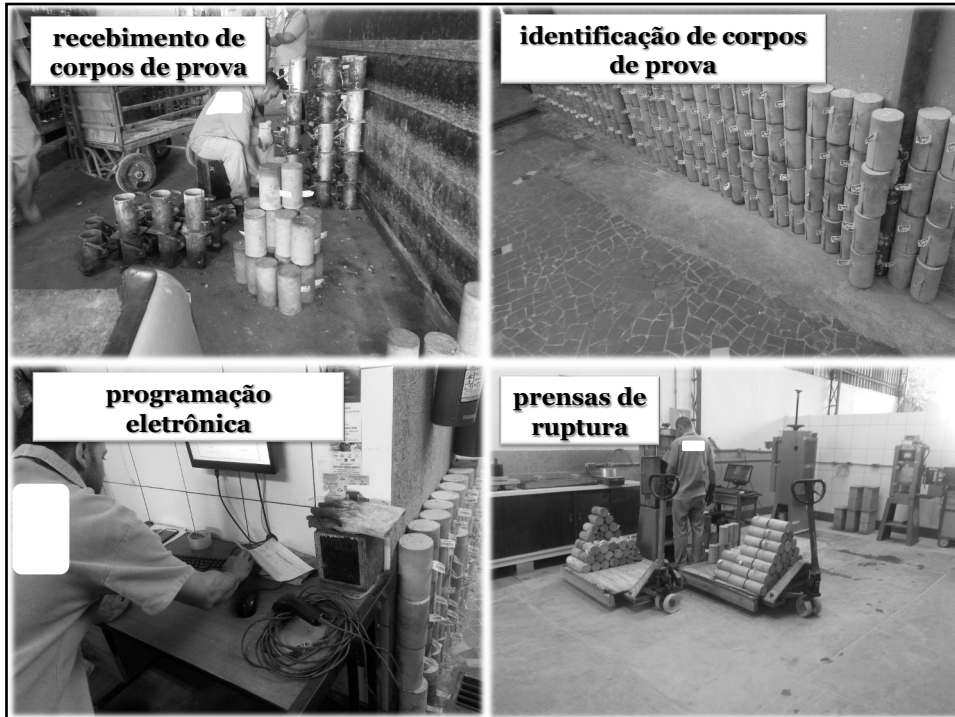
130



131



132



133



134



**Neoprene em substituição ao tratamento das superfícies dos corpos de prova**

135



**ABNT NBR 5738:2015, item 9.3.2.4**  
*Outros processos podem ser adotados, desde que estes sejam submetidos à avaliação prévia por comparação estatística, com resultados obtidos de corpos de prova retificados por processo tradicional, e os resultados obtidos apresentem-se compatíveis.*

136



**Configurações de ruptura**

137



**ABNT NBR 5739:2007, item 6.2.1, nota**  
**Quando a dispersão entre resultados de um mesmo exemplar for significativa, convém investigar o tipo de ruptura, pois defeitos na moldagem e/ou no arremate dos topos e bases dos corpos-de-prova podem ser identificados e sanados. Geralmente, quando ocorre uma dispersão significativa, a ruptura enquadra-se nos tipos F e G do Anexo A.**

138

## ABNT NBR 5739:2018 – Anexo A

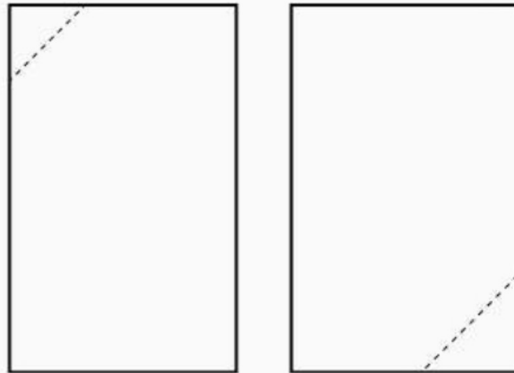
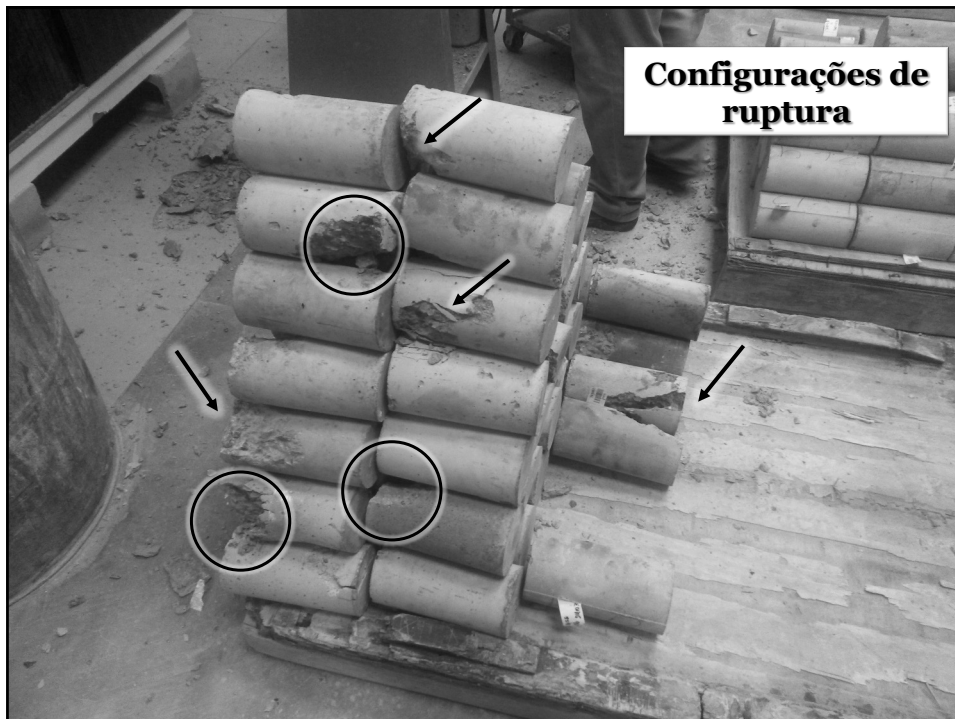


Figura A.6 – Tipo F – Fraturas no Topo e/ou na base abaixo do capeamento

139



140



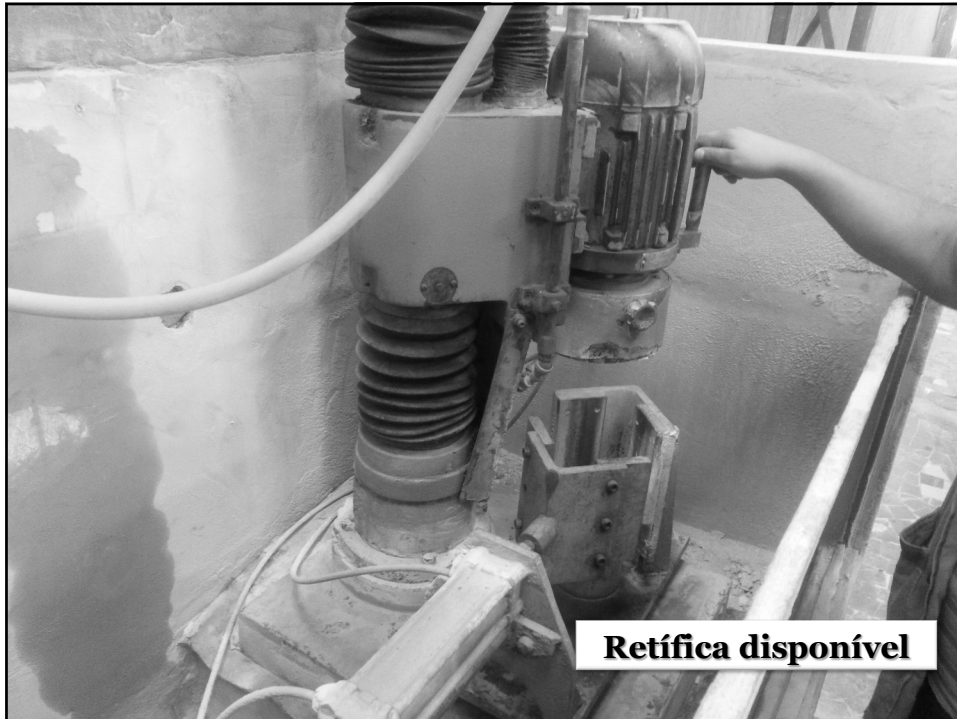
141

**ASTM C1231/C1231M – 14**  
**Standard Practice for Use of Unbonded Caps**  
**in Determination of Compressive Strength of**  
**Hardened Concrete Cylinders**

**TABLE 1 Requirements for Use of Polychloroprene(Neoprene) Pads**

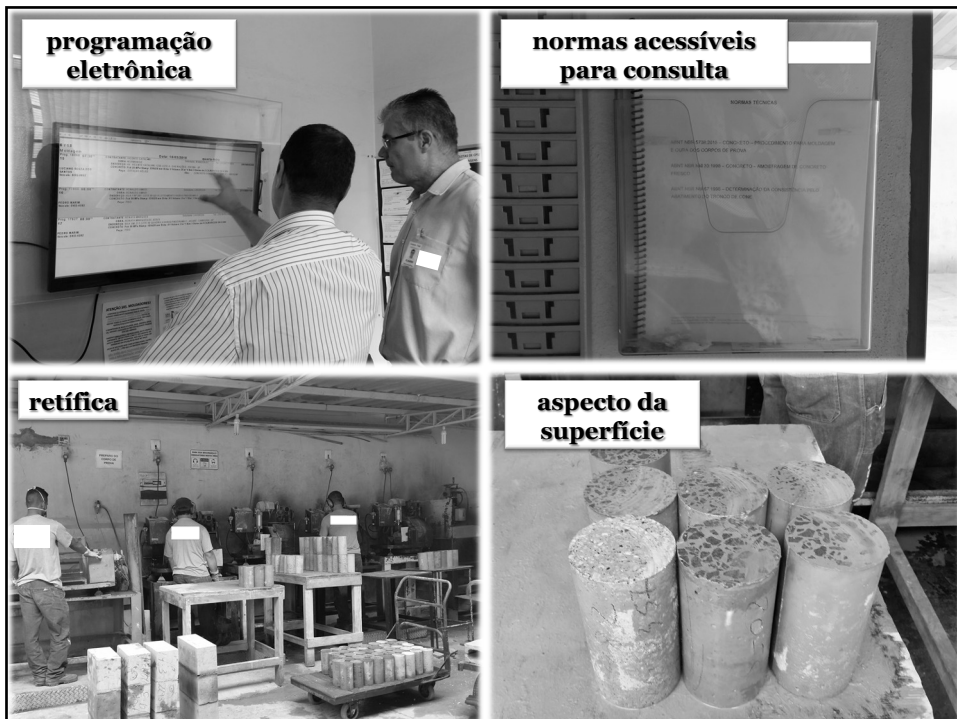
Compressive Strength, <sup>A</sup> MPa [psi]	Shore A Durometer Hardness	Qualification Tests Required	Maximum Reuses
Less than 10 [1 500]		Not permitted	
10 to 40 [1 500 to 6 000]	50	None	100
17 to 50 [2 500 to 7 000]	60	None	100
28 to 50 [4 000 to 7 000]	70	None	100
50 to 80 [7 000 to 12 000]	70	Required	50
Greater than 80 [12 000]		Not permitted	

142



**Retífica disponível**

143



**programação eletrônica**

**normas acessíveis para consulta**

**retífica**

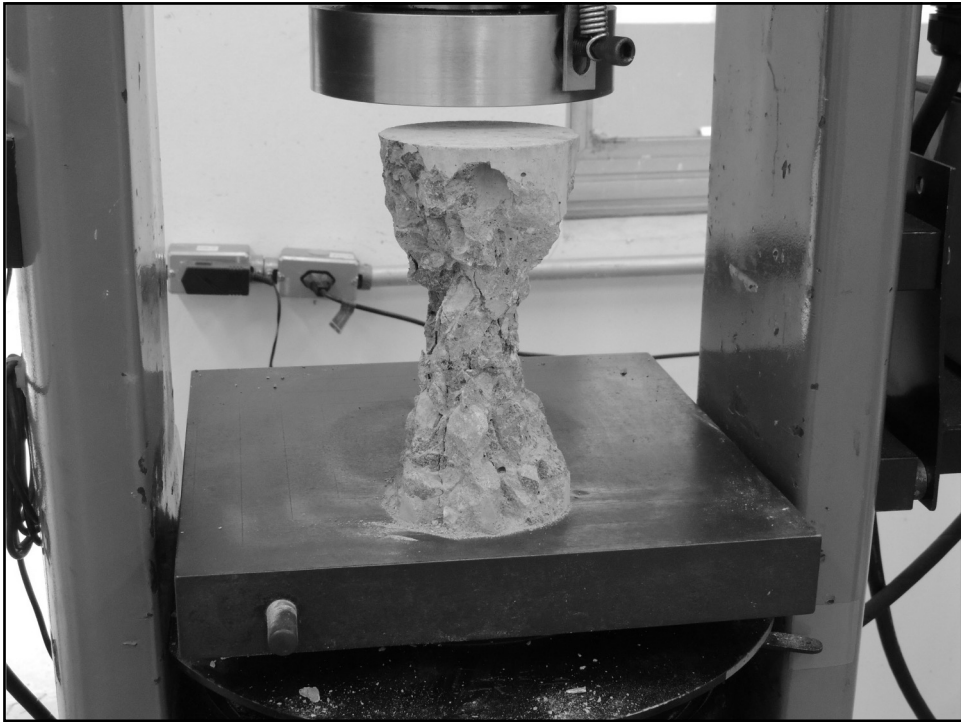
**aspecto da superfície**

144





145



146

ordem	nota fiscal	consistência do concreto fresco	Resistência à Compressão		crescimento de 7 para 28 dias
			7 dias 7-Apr-09	28 dias 28-Apr-09	
1	206099	686	48.9	50.2	1.027
2	206100	736	53.6	54.8	1.022
3	206101	746	57.1	57.8	1.012
4	206102	753	51.0	51.4	1.008
5	206103	743	44.0	53.6	1.218
6	206105	726	56.2	57.7	1.027
7	206106	730	50.4	52.0	1.032
8	206109	750	56.5	57.0	1.009
9	206110	720	53.8	54.7	1.017
<b>média em MPa</b>			<b>52.4</b>	<b>54.4</b>	<b>1.041</b>
<b>desvio padrão em MPa</b>			<b>4.0</b>	<b>2.6</b>	<b>0.063</b>
<b>coeficiente variação em %</b>			<b>7.7</b>	<b>4.8</b>	<b>6.056</b>

147

## como a Construtora interfere no concreto?



148

# EXECUÇÃO

*ABNT NBR 14931:2004*  
*“Execução de estruturas de concreto -  
Procedimento”*

*ABNT NBR 15696:2009*  
*“Fôrmas e escoramentos para estruturas de  
concreto - Projeto, dimensionamento e  
procedimentos executivos”*

149

## **ABNT NBR 12655:2015**

### **4. ATRIBUIÇÕES DE INCUMBÊNCIAS**

✓ **Profissional responsável pela execução da obra**

*Ao profissional responsável pela execução da obra de concreto cabem as seguintes responsabilidades:*

- *Escolha da modalidade de preparo do concreto;*
- *Escolha do tipo de concreto a ser empregado e sua consistência, dimensão máxima do agregado e demais propriedades, de acordo com o projeto e com as condições de aplicação;*
- *Atendimento a todos os requisitos de projeto, inclusive quanto à escolha dos materiais a serem empregados;*
- *Recebimento e aceitação do concreto;*
- **Cuidados requeridos pelo processo construtivo e pela retirada do escoramento**, levando em consideração as peculiaridades dos materiais (em particular, do cimento) e as condições de temperatura ambiente;
- *Atendimento aos requisitos da ABNT NBR 9062 para a liberação da protensão, da desforma e da movimentação de elementos pré-moldados de concreto;*
- **Verificação do atendimento aos requisitos desta Norma, pelos respectivos profissionais envolvidos;**
- *Efetuar a **rastreabilidade** do concreto lançado na estrutura.*

150

## **ABNT NBR 15575-1:2013** **“descreve responsabilidades”**

### **5. INCUMBÊNCIAS DOS INTERVENIENTES**

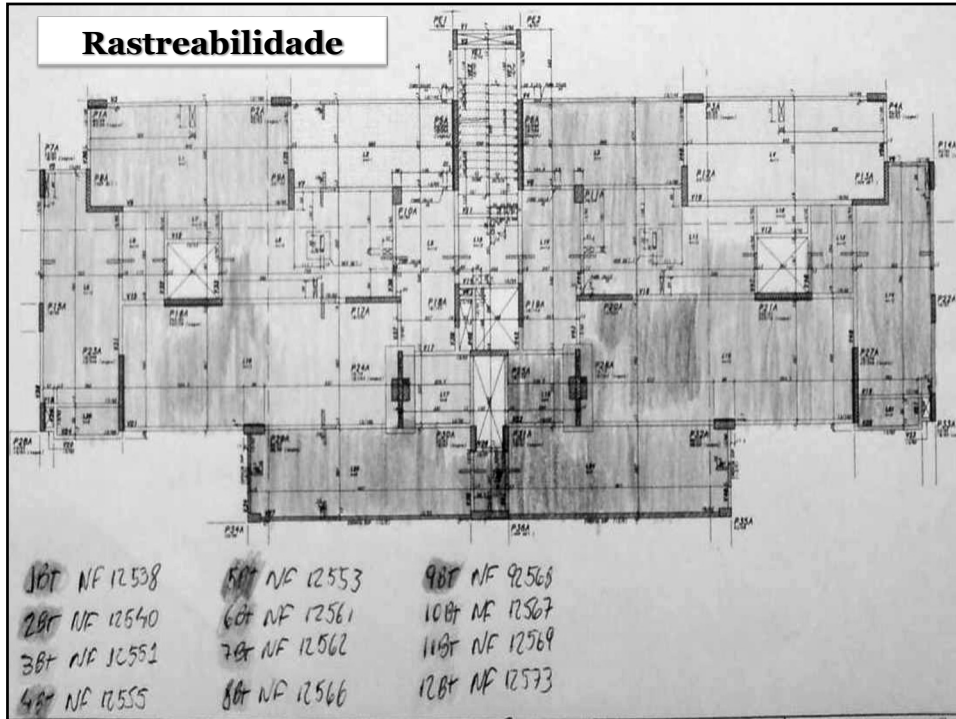
#### **✓ Construtor e incorporador:**

- *identificar os riscos previsíveis na época do projeto (incorporador e sua equipe técnica);*
- *elaborar o manual de operação uso e manutenção, ou documento similar, atendendo ao disposto na ABNT NBR 14037, com explicitação pelo menos dos prazos de garantia aplicáveis ao caso, previstos pelo construtor ou pelo incorporador, e citados no Anexo D (construtor ou incorporador).*

151



152



153

### ACOMPANHAM

DATA	Nº PLACA	Nº CARRO	QUANT. M3	QUAN. ACUMUL. DO M3	ÁGUA CORTE (L)	ÁGUA ADICIONADA	SALA CENTRAL	CHEGADA OPERA.	INÍCIO DE SEGURANÇA	TERMINO CONCRETO	FCK MPA	SLUMP CM	
21.08	2122	8m³	8m³	160	60,0	07:05	07:37	07:47	08:56	09:56	30	14,0	
21.08	2130	8m³	16m³	160	40,0	07:17	08:22	07:04	07:17	07:19	113415	30	14,0
21.08	2138	8m³	24m³	160	80,0	07:00	08:50	07:21	07:35	07:37	113418	30	14,0
21.08	2116	8m³	52m³	160	140,0	07:20	07:50	07:21	07:35	07:37	113419	30	14,0
21.08	2131	8m³	40m³	160	50,0	10:20	10:36	10:37	10:48	10:49	113420	30	14,0
21.08	2070	8m³	40m³	160	60,0	10:25	10:36	10:37	10:48	10:49	113446	30	14,0
21.08	2122	8m³	56m³	160	90,0	10:55	10:53	10:53	11:08	11:10	113447	30	14,0
21.08	2017	8m³	64m³	160	90,0	11:27	11:13	11:13	11:30	11:32	113448	30	14,0
21.08	2971	8m³	72m³	160	70,0	11:30	11:45	11:45	12:05	12:07	113449	30	14,0
											113450	30	

154

## Adensamento (vídeo)



155

## Cura



156

# Cura



157

# Cura



158



159

## Adensamento do concreto

A black and white photograph showing construction workers on a site. They are using a long, flexible concrete pump hose to pour concrete into a formwork. The formwork is filled with a grid of steel reinforcement bars (rebar). The workers are wearing hard hats and safety gear.

**Obra A** **Vídeo**

160





161



162

## Acabamento superficial - concreto

Obra A



Obra B



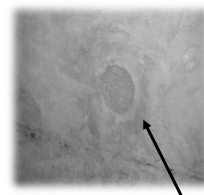
163

## Acabamento – tamponamento

Obra A



Obra B



164

## **Limpeza e organização de canteiro**

### **Obra A**



165

## **Limpeza e organização de canteiro**

### **Obra B**



166

## **Limpeza e organização de canteiro**

### **Obra A**



167

## **Limpeza e organização de canteiro**

### **Obra B**



168

## **Discussão (Obra A e Obra B)**

169

**Empreiteiro = Construtora =**

**Empreiteiro = Construtora ≠**

**Empreiteiro ≠ Construtora =**

**Empreiteiro ≠ Construtora ≠**

170

**Empreiteiro = Construtora =**

**Empreiteiro = Construtora ≠**

**Empreiteiro ≠ Construtora =**

**Empreiteiro ≠ Construtora ≠**

171

**Procedimento  
Recomendável de  
Produção e  
Controle**

172

1. Dosar para uma resistência média =  $f_{ck} + 7$  MPa;
2. Moldar CPs de todos os caminhões, no caso de pilares;
3. Moldar CPs de um caminhão sim, outro não, no caso de vigas e lajes;
4. Moldar 3 CPs por amassada (caminhão) com amostra retirada do terço médio do volume do balão;
5. Romper dois CPs aos 28 dias, mas tomar os devidos cuidados com a qualidade dos topos (retificar) ou se for empregado neoprene, seguir a ASTM e usar no máximo 100 vezes um mesmo neoprene (exigência da ASTM);
6. Romper um CP aos 63 dias, sempre com muito cuidado e qualidade de ensaio;
7. Resultados aos 28 dias, individuais, superiores a  $0,9 * f_{ck}$ , podem ser aceitos, desde que não se repitam numa sequência de três, ou seja, para 300 pode se aceitar 350; 312; 270; 329; 361, ou seja, nunca se pode aceitar valores inferiores a  $f_{ck}$  em sequência: um inferior e 3 superiores, depois um inferior e etc..;
8. Caso os resultados sejam inferiores a  $0,9 * f_{ck}$ , aguardar os resultados de 63 dias, que devem ser superiores a  $f_{ck}$ ;
9. Caso os resultados de 28 dias e 63 dias sejam inferiores a  $0,9 * f_{ck}$ , extrair testemunhos;
10. Extrair 3 testemunhos com muito cuidado e qualidade de cada betonada, ou melhor, desta betonada. A média dos 3 deve ser igual ou superior a  $0,85 * f_{ck}$  e o mais baixo deve ser igual ou superior a  $0,75 * f_{ck}$ ;
11. Caso não estejam conformes com este critério, revisar o projeto estrutural com o novo  $f_{ck}$ , mas modificando o coeficiente de redução;
12. Se não passar, o elemento estrutural em questão deverá ser reforçado.

173

## ***Estruturas de Concreto para Edificações***

Atividade profissional regida por normas técnicas:

- de PROJETO
- de MATERIAIS
- de EXECUÇÃO
- de CONTROLE
- de OPERAÇÃO & MANUTENÇÃO
- e, Complementares (NR4; NR 6; NR9; NR18 do MT, PMs)

que têm força de lei por conta do CDC

174



175

# Reflexão

176



#### **Documentos exigidos por algumas empresas no CONTRATO**

- ✓ **Contrato ou Estatuto Social, com última alteração;**
- ✓ **Comprovante de inscrição junto ao CNPJ/MF;**
- ✓ **Comprovante de Inscrição Estadual – DECA ou declaração de isenção de inscrição emitida por contador;**
- ✓ **Comprovante de Inscrição Municipal;**
- ✓ **Certidão Negativa de Débito junto ao INSS;**
- ✓ **Certidão Negativa Conjunta de Débitos Relativos a Tributos Federais e a Dívida Ativa da União;**
- ✓ **Certidão Negativa de Débito de Tributos Estaduais ou Declaração de isenção de inscrição estadual;**
- ✓ **Certidão Negativa de Débito de Tributos Municipais;**
- ✓ **Certidão de Regularidade junto ao FGTS (CRF);**
- ✓ **RG, CPF e comprovante de endereço do representante legal;**
- ✓ **Prova do Registro no CREA pertinente à atividade exercida pela empresa.**

177

#### **Documentos Exigidos para Pagamentos**

**Cópia dos seguintes documentos relativos a competência do mês imediatamente anterior:**

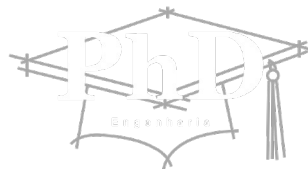
- ✓ **GPS (Guia da Previdência Social – INSS);**
- ✓ **GFIP/SEFIP (Guia do Fundo de Garantia e Informação à Previdência) ou Declaração de ausência de fato gerador para recolhimento de FGTS completa (GFIP/SEFIP) ;**
- ✓ **GRF (Guia de Recolhimento do Fundo de Garantia);**
- ✓ **Folha de Pagamento mensal completa dos funcionários;**
- ✓ **Comprovante de recolhimento do ISS (Imposto sobre Serviços);**
- ✓ **Declaração do contador comprovando a escrituração contábil regular da empresa;**
- ✓ **Declaração do contador atestando que não há recolhimento de GPS e de FGTS;**
- ✓ **Declaração do contador atestando que não há retirada de pró-labore do(s) sócio(s) da empresa;**
- ✓ **ART do CREA referente ao serviço.**

178

# Por que não exigir os ensaios e documentações técnicas?

179

# OBRIGADO!



*"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"*

**[www.concretophd.com.br](http://www.concretophd.com.br)  
[www.phd.eng.br](http://www.phd.eng.br)**

11.2501.4822 / 23  
11.9.5045.4940

180