

NBR 12655, maio 1996

versus

NBR 12655, dez. 2001

Concreto de Cimento Portland

Preparo, Controle e Recebimento

Eng. Paulo Helene

*MSc, PhD, Prof. Titular da Universidade de São Paulo PCC.USP
Deputy Chairman of fib (CEB-FIP) Commission 5 "Structural Service Life Aspects"
Chairman of Red REHABILITAR CYTED
Director of GLARilem*

Diretor Conselheiro do IBRACON

08 de março de 2002

INPAR

São Paulo

1

Etapas

1996

- **Caracterização
materiais**
- **Estudo dosagem**
- **Ajuste e comprovação
do traço**
- **Preparo do concreto**

2001

- **Caracterização
materiais**
- **Estudo dosagem**
- **Ajuste e comprovação
do traço**
- **Elaboração do
concreto**



GLA.Rilem

Latin America Team of International Union of Testing
and Research Laboratories for Materials and Structures



2

Preparo-Elaboração-Execução

1996

- Preparado na obra
- Preparado por Empresa de Serviços de Concretagem (ESC)

2001

- Preparado na obra
- Preparado por Empresa de Serviços de Concretagem (ESC)

3

Responsabilidades do Projetista Estrutural

1996

- Registro do f_{ck}
- f_{ck} etapas construtivas
- durabilidade (C, a/c, E_c , tipo de cimento,...)

2001

- Registro do f_{ck}
- f_{ck} etapas construtivas
- durabilidade (C, a/c, E_c , tipo de cimento,...) + *classes agressividade, especiais, CT, sulfatos*

4

durabilidade

- a/c máximas
- f_{ck} mínimos
- consumos mínimos!!!!
- condições especiais
- agressividade por sulfatos
- agressividade por cloretos
- não permite aditivos com cloretos

5

Responsabilidades do Construtor

1996

- consistência, D_{max}
- atender projeto (tipo de cimento,...)
- aceitar o concreto
- cuidados construtivos

2001

- consistência, D_{max}
- atender projeto (tipo de cimento,...)
- aceitar o concreto
- cuidados construtivos

6

Condições de Preparo do Concreto

1996

- A → C10 a C80
massa
- B1 → C10 a C 25
massa/volume+H
- B2 → C10 a C20
massa/volume+H
- C → C10 a C15
350 kg/m³/volume

2001

- A → C10 a C80
massa
- B1 → C10 a C 25
massa/volume+H
- B2 → C10 a C20
massa/volume+H
- C → C10 a C15
300 kg/m³/volume

9

Desvio Padrão Subjetivo

1996

- A → 4,0 MPa
- B → 5,5 MPa
- C → 7,0 MPa

2001

p/ C20 a C30

- A → 3,0 MPa
- B → 4,0 MPa
- C → 5,0 MPa

p/ C35 a C80

- A → 0,09 f_{ck}

10

Desvio Padrão Objetivo	
1996	2001
s_d	s
<ul style="list-style-type: none"> ➤ $n \geq 20$ consecutivos ➤ $t \leq 30$ dias ➤ $s_d \geq 2$ MPa 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ $n \geq 15 \rightarrow \bullet 1,16$ ➤ $n \geq 20 \rightarrow \bullet 1,08$ ➤ $n \geq 25 \rightarrow \bullet 1,03$ ➤ $n \geq 30 \rightarrow \bullet 1,00$ ➤ $t \leq 45$ dias

11

Resistência de Dosagem	
1996	2001
$f_{cj} = f_{ck} + 1,65.s_d$	$f_{cm} = f_{ck} + 1,65.s$
	<i>...documentação para comprovar que a resistência média à compressão é \geq resistência de dosagem...!</i>

12

Controle de Aceitação concreto fresco	
1996	2001
<p>“aceitação provisória”</p> <p>→ medir a consistência para todas as betonadas</p>	<p>“aceitação”</p> <p>→ medir a consistência para todas as betonadas</p>

13

Tolerâncias para o Abatimento misturas experimentais f_{cm}	
1996	2001
?	<ul style="list-style-type: none"> ➤ $\leq 50mm \rightarrow \pm 10mm$ ➤ $50 < a \leq 100 \rightarrow \pm 20mm$ ➤ $> 100mm \rightarrow \pm 30mm$

14

Controle de Aceitação concreto endurecido	
1996	2001
“aceitação definitiva”	“aceitação definitiva”
<ul style="list-style-type: none"> ➤ lotes ➤ amostra ➤ exemplares 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ lotes ➤ amostra ➤ exemplares

15

Controle de Aceitação lotes	
1996	2001
<ul style="list-style-type: none"> ➤ $\leq 50 \text{ m}^3$ p/ pilar ➤ $\leq 100 \text{ m}^3$ p/ vigas e lajes ➤ \leq um andar ➤ ≤ 7 dias 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ $\leq 50 \text{ m}^3$ p/ pilar ➤ $\leq 100 \text{ m}^3$ p/ vigas e lajes ➤ \leq um andar ➤ ≤ 7 dias ➤ $\leq 450 \text{ m}^2$ lajes ou paredes

16

Controle de Aceitação tamanho da amostra	
1996	2001
→ C10 a C50 grupo I ≥ 6 exemplares	→ C10 a C50 grupo I ≥ 5 exemplares
→ C60 a C100 grupo II ≥ 12 exemplares	→ C60 a C100 grupo II ≥ 10 exemplares

17

Controle de Aceitação tipo de amostragem	
1996	2001
→ Parcial algumas betonadas	?
→ Total a 100% todas as betonadas	

18

Controle de Aceitação exemplares

1996

→ pelo menos 2
corpos de prova para
idade de referência

→ a resistência do
concreto é o maior
dos 2 resultados
obtidos

2001

→ pelo menos 2
corpos de prova para
idade de referência

→ a resistência do
concreto é a média

- diferença > 2,5 MPa
- ou 8% da média →
MAIOR (< 20%)

19

Controle de Aceitação cálculos

1996

→ $6 \leq n < 20$

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

$$f_{ck,est} \geq \psi_6 \cdot f$$

2001

→ requisito 1:

$$\bar{f}_{c3} \geq f_{ck} + 0,7 \cdot s$$

→ caso não atenda
alterar traço !!!

20

Controle de Aceitação cálculos	
1996	2001
<p>→ $n \geq 20$</p> $f_{ck,est} = f_{cm} - 1,65 \cdot s_d$ <p>→ total a 100%</p> $f_{ck,est} \geq f_1$	<p>→ requisito 2:</p> $f_i \geq f_{ck} - 2,0MPa$ <p>→ não conformidade: <i>recalcular, extrair testemunhos, prova de carga, reforços</i></p>

21

Controle de Aceitação critério	
1996	2001
$f_{ck,est} \geq f_{ck}$	$f_i \geq f_{ck} - 2,0MPa$ $f_{ck,est} \geq f_{ck} - 2,0MPa$

22

Não Conformidade cálculos

1996

→ *testemunhos*:

$$f_{ck,est} \geq \alpha \left[2 \frac{f_{t1} + f_{t2} + \dots + f_{\frac{n}{2}-1}}{\frac{n}{2} - 1} - f_{\frac{n}{2}} \right]$$

$$f_{ck,est} \geq \alpha \cdot \psi_6 \cdot f_{t1}$$

$$1,10 \leq \alpha \leq 1,15$$

2001

→ *testemunhos*:

$$f_{ti} \geq f_{ck} - 2,0 \text{MPa}$$

$$f_{tm} \geq f_{ck}$$

23

Associação Brasileira de Normas Técnicas
CB18 Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados
CE 18:305.01 Controle de Qualidade do Concreto

Coordenador/Presidente: Geólogo Cláudio Sbrighi Neto

Participantes presentes na última: (22)

ABCP → 6

Cimeneiras → 8

Concreteiras → 1

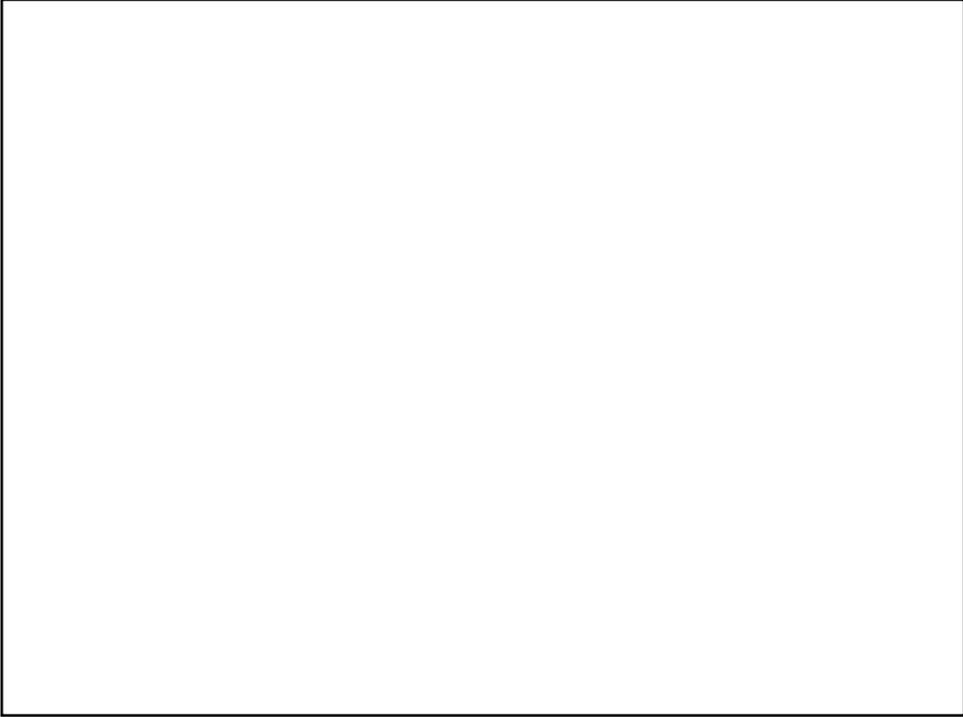
Lab. Ensaios → 3

Projetista → 1

Consultores → 2

Sinduscon → 1

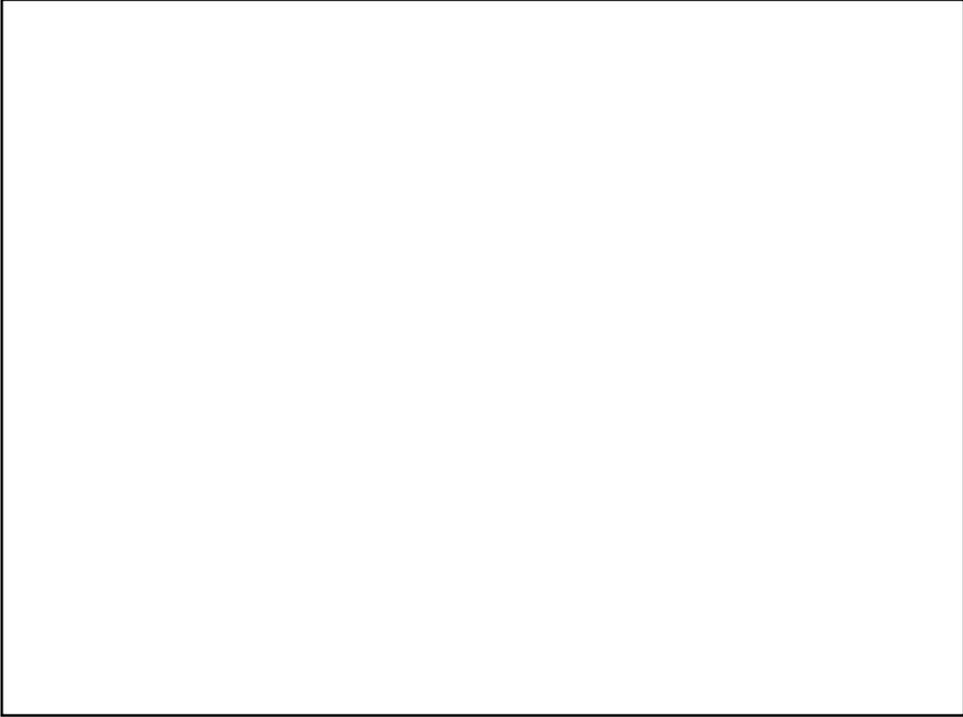
24



25



26



27



28