

# Segurança de Estruturas Edificações

Concreto  
Controle  
Execução  
Projeto

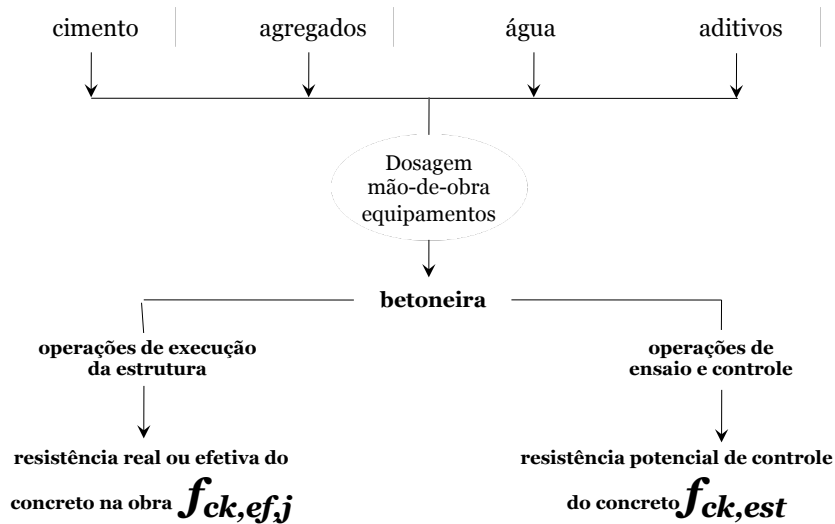
ABCP

06 de Abril de 2011

São Paulo

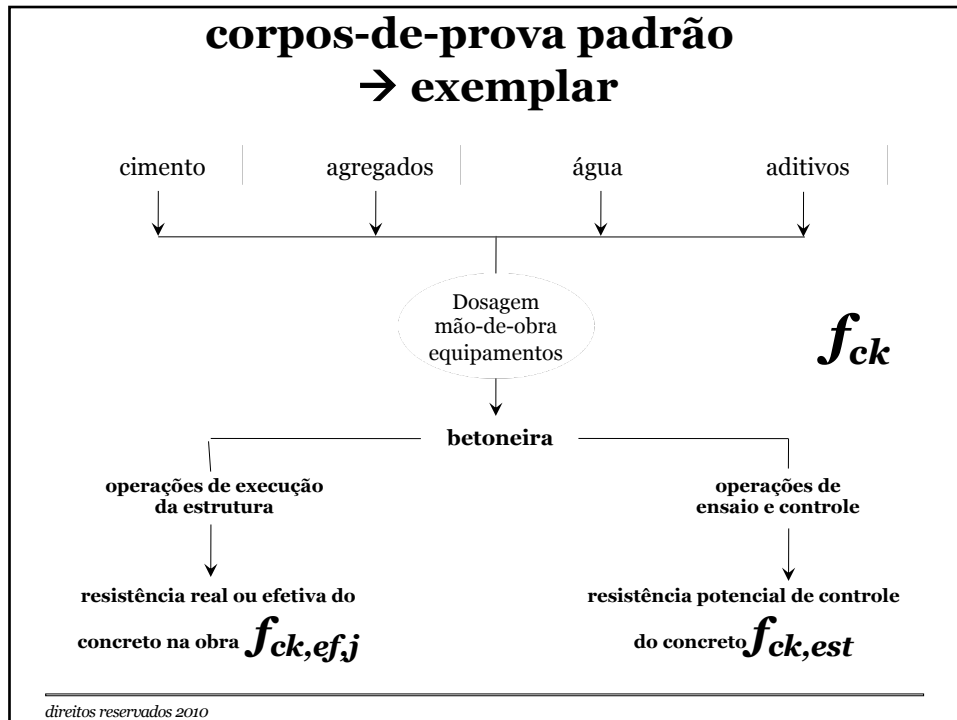
1

## corpos-de-prova padrão → exemplar

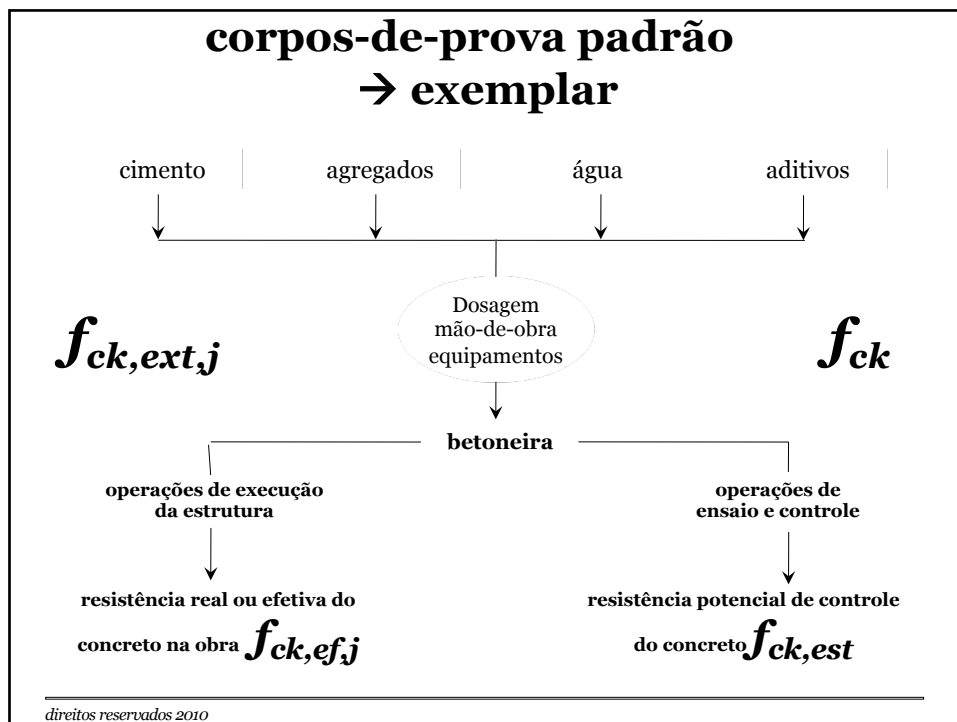


direitos reservados 2010

2



3



4

## sumário

IBRACON

- Revisão da normatização internacional
- Teses de doutorado sobre o tema (Pesquisa)
- Produção do concreto em central (Concreteira)
- Controle da resistência do concreto (Laboratório)
- Execução de estruturas (Construtora)
- Extração de testemunhos (Laboratório)
- Aspectos da tecnologia do concreto
- Considerações sobre a Idade
- Proposta de procedimento

*direitos reservados 2010*

5

## Produção de concreto em Central (Concreteira) NBR 7212

IBRACON

**É 100%  
confiável?**

*direitos reservados 2010*

6

## **Produção de concreto em Central (Concreteira) NBR 7212**

IBRACON

# Não !

*direitos reservados 2010*

7

## **Produção de concreto em Central (Concreteira) NBR 7212**

IBRACON

É um produto / serviço que depende de muitas variáveis:

1. Estudos de dosagem;
  2. Aferição balanças;
  3. Aferição prensas;
  4. Conformidade laboratório;
  5. Agregados (natureza, procedência, armazenamento, coleta);
  6. Cimento (uniformidade, temperatura);
  7. Adições (procedimentos???)
  8. Aditivos (uniformidade, compatibilidade, procedimentos);
  9. Água (aferição higrometro, umidade areia);
  10. Banceiro (automatizada????)
  11. Motorista;
  12. Bombista
- CUMPLICIDADE !!!!!**

*direitos reservados 2010*

8



## sumário

IBRACON

- Revisão da normatização internacional
- Teses de doutorado sobre o tema (Pesquisa)
- Produção do concreto em central (Concreteira)
- Controle da resistência do concreto (Laboratório)
- Execução de estruturas (Construtora)
- Extração de testemunhos (Laboratório)
- Aspectos da tecnologia do concreto
- Considerações sobre a Idade
- Proposta de procedimento

*direitos reservados 2010*

9

## controle NBR 12655:2006

IBRACON

**É 100%  
confiável?**

*direitos reservados 2010*

10

**controle**  
**NBR 12655:2006**

IBRACON

**SIM ! desde  
que a 100% !**

direitos reservados 2010

11

**controle**  
**NBR 12655:2006**

IBRACON

Todas as unidades de produto;  
Não é média móvel;  
Não é estimativa;  
Não é inferência estatística;  
Combinado com MAPEAMENTO é 100%:  
*rastreabilidade*

direitos reservados 2010

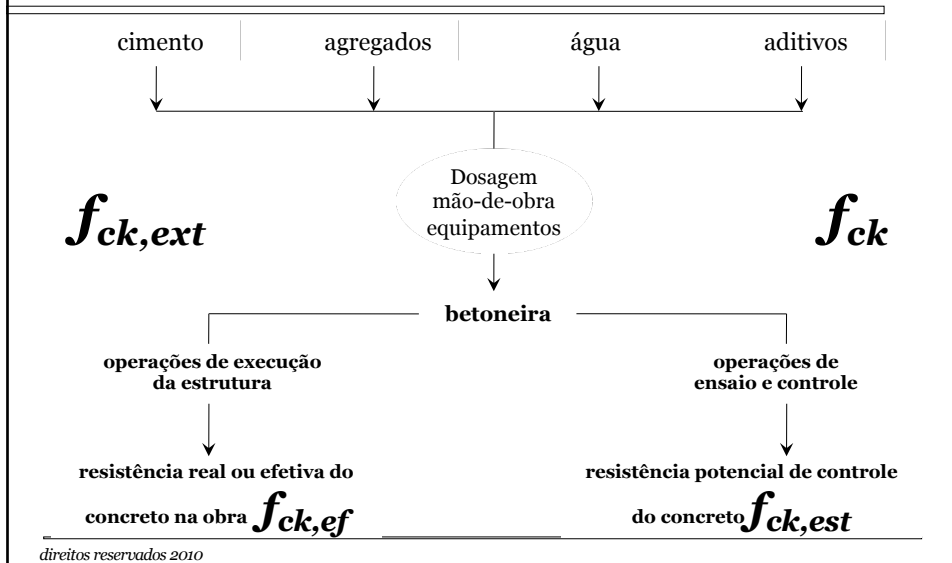
12

**É 100%  
confiável?**

**Não !**

# controle do concreto resistência

IBRACON



15

# Dúvidas

IBRACON

Portanto é conveniente suspeitar que houve falha nas operações de ensaio de controle sempre que:

- ❖ **a coleta de concreto é feita na entrada da obra;**
- ❖ **os cps são moldados inadequadamente;**
- ❖ os cps são transportados no mesmo dia;
- ❖ os cps ficam no sol;
- ❖ os cps são mal transportados;
- ❖ os resultados não crescem
- ❖ os resultados de irmãos são díspares

direitos reservados 2010

16



17



18



19

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>coeficiente variação em %</b>			<b>7.7</b>	<b>4.8</b>	

20

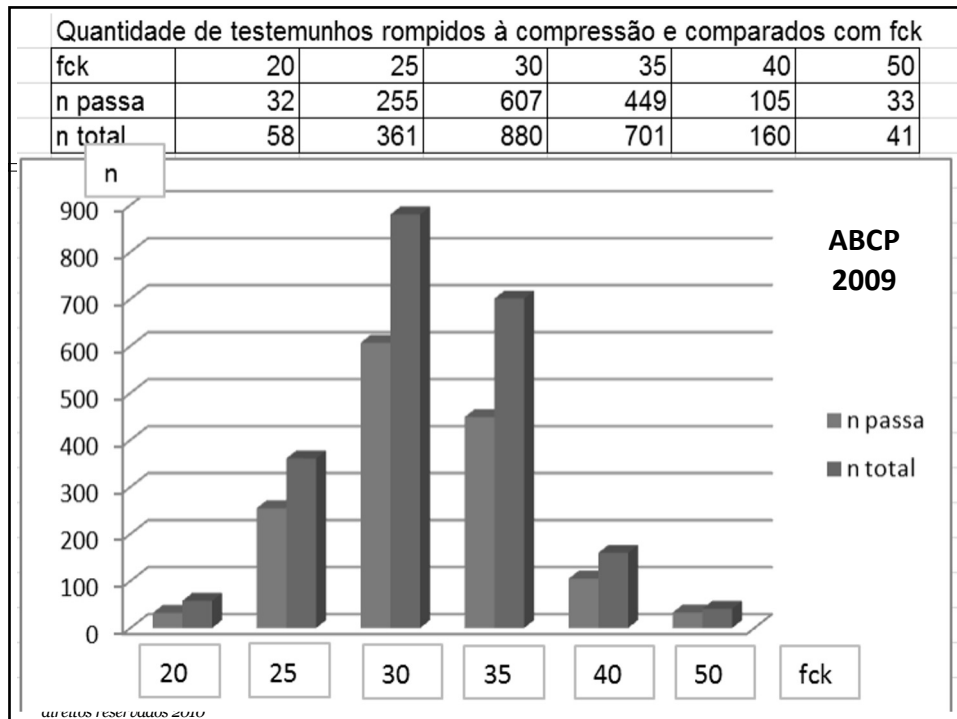
# Dúvidas

IBRACON

testemunhos extraídos que demonstraram que o resultado do corpo-de-prova de controle nem sempre é confiável

direitos reservados 2010

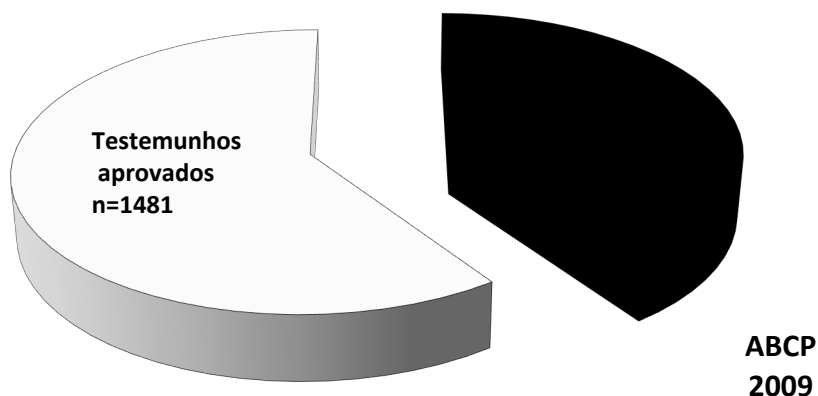
21



22

**Total de testemunhos extraídos e ensaiados em 2009  
comparando os resultados com fck especificado**

IBRACON



*direitos reservados 2010*

23

## sumário

IBRACON

- Revisão da normatização internacional
- Teses de doutorado sobre o tema (Pesquisa)
- Produção do concreto em central (Concreteira)
- Controle da resistência do concreto (Laboratório)
- Execução de estruturas (Construtora)
- Extração de testemunhos (Laboratório)
- Aspectos da tecnologia do concreto
- Considerações sobre a Idade
- Proposta de procedimento

*direitos reservados 2010*

24



**execução de estruturas**  
**CONSTRUTORA**

IBRACON

**É 100%**  
**confiável?**

*direitos reservados 2010*

25



26



direitos re

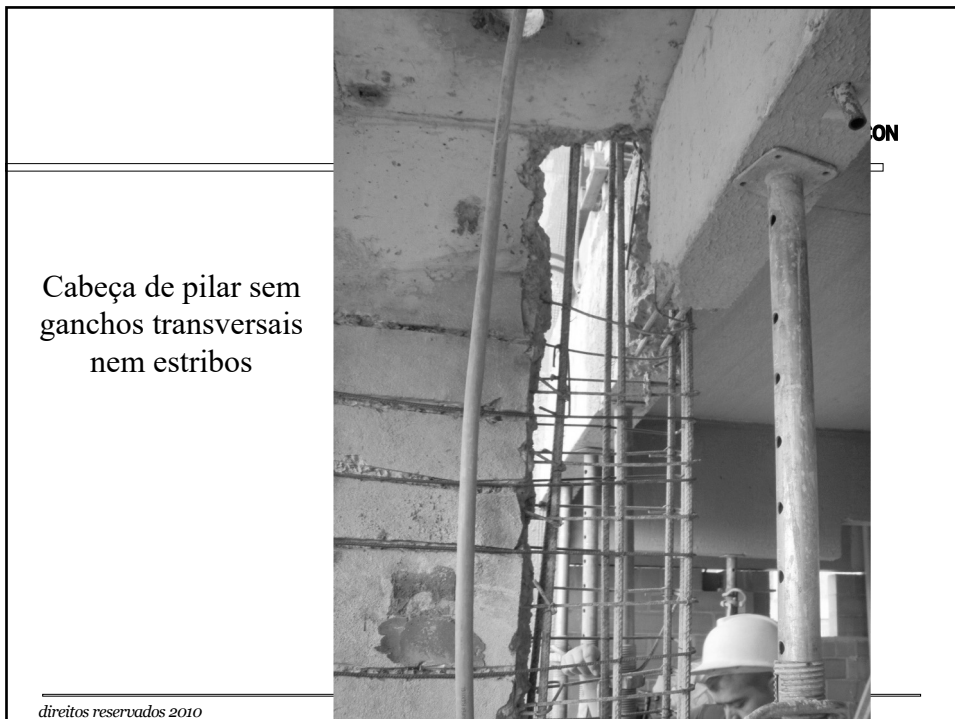
27



28



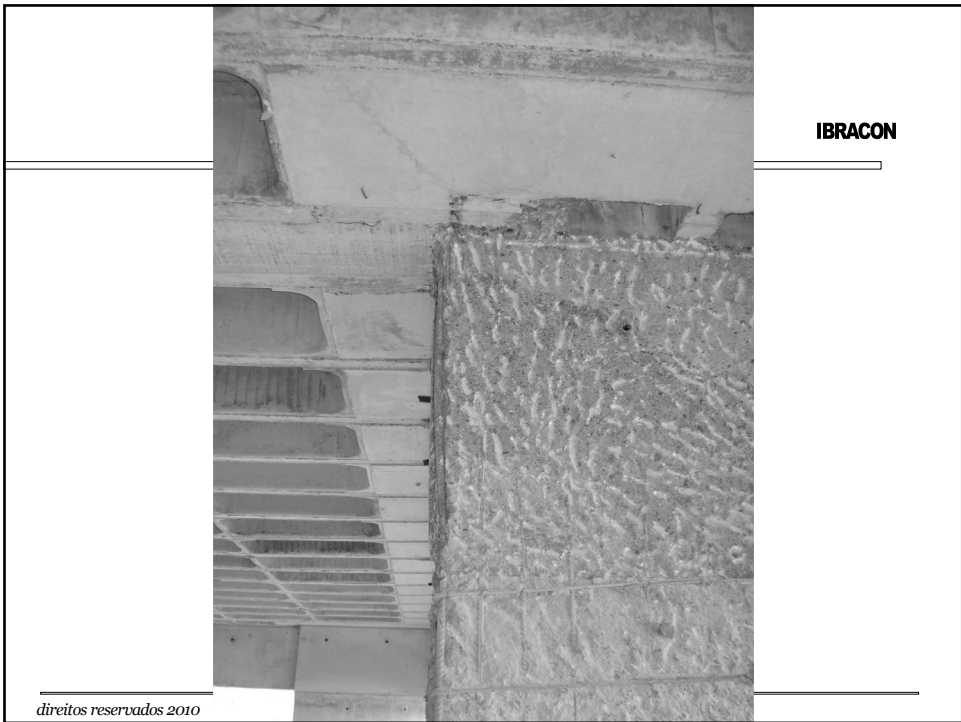
29



30



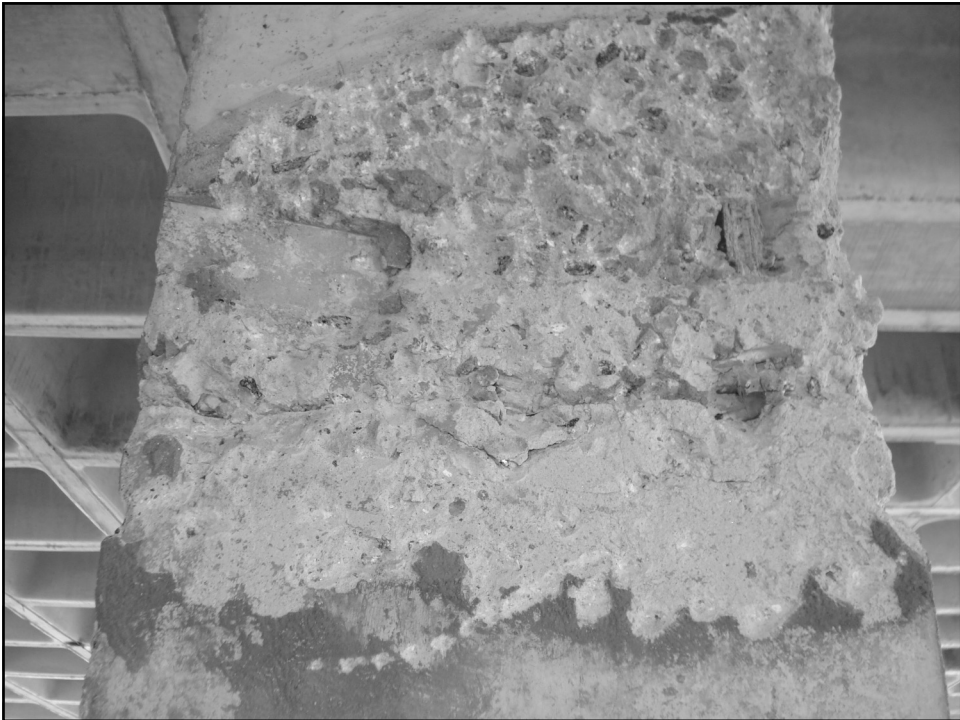
31



32



33



34



35



36



37

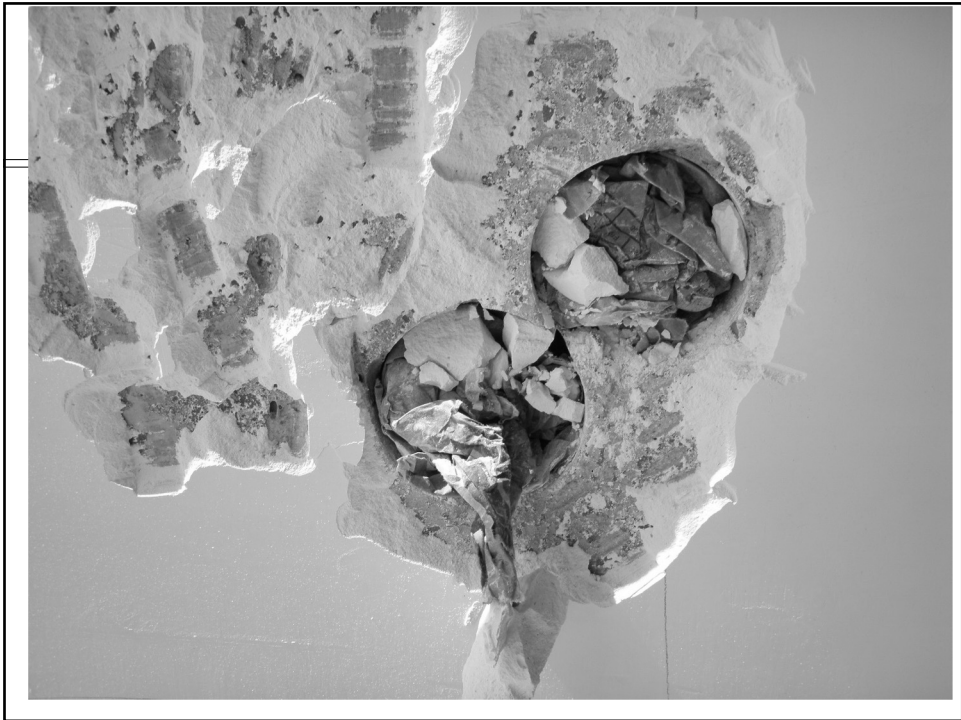


38





39

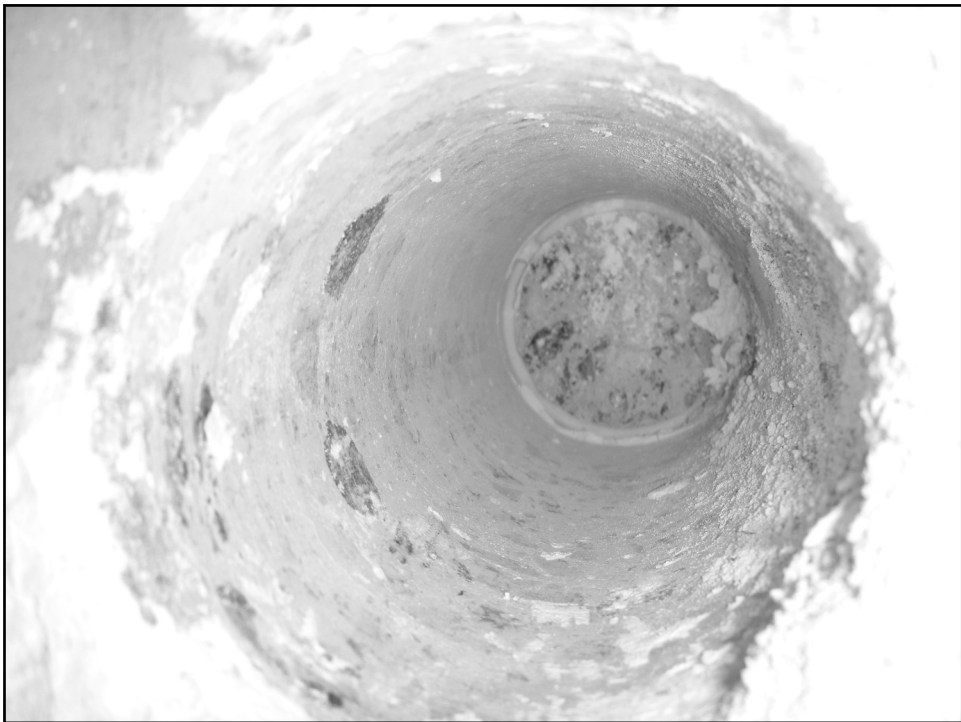


40





41



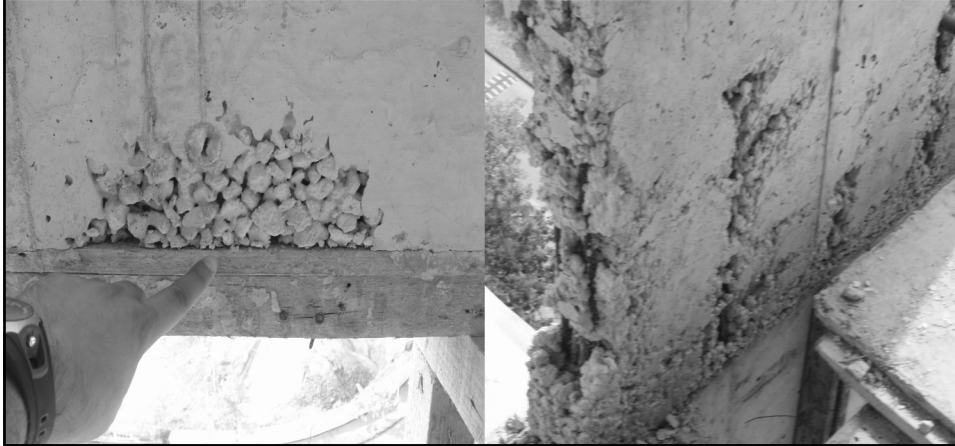
42

## testemunhos extraídos

Pontos para Discussão

IBRACON

Muitas vezes uma diferença de 3MPa nos testemunhos ou corpos-de-prova moldados tornam-se motivo de intransigências enquanto nas obras é comum:



43

## testemunhos extraídos

Pontos para Discussão

IBRACON



*direitos reservados 2010*

44

## testemunhos extraídos

Pontos para Discussão

IBRACON



*direitos reservados 2010*

45

## testemunhos extraídos

Pontos para Discussão

IBRACON



*direitos reser*

46

# testemunhos extraídos

Pontos para Discussão

IBRACON



*direitos reservados 2010*

47

# sumário

IBRACON

- Revisão da normatização internacional
- Teses de doutorado sobre o tema (Pesquisa)
- Produção do concreto em central (Concreteira)
- Controle da resistência do concreto (Laboratório)
- Execução de estruturas (Construtora)
- Extração de testemunhos (Laboratório)
- Aspectos da tecnologia do concreto
- Considerações sobre a Idade
- Proposta de procedimento

*direitos reservados 2010*

48

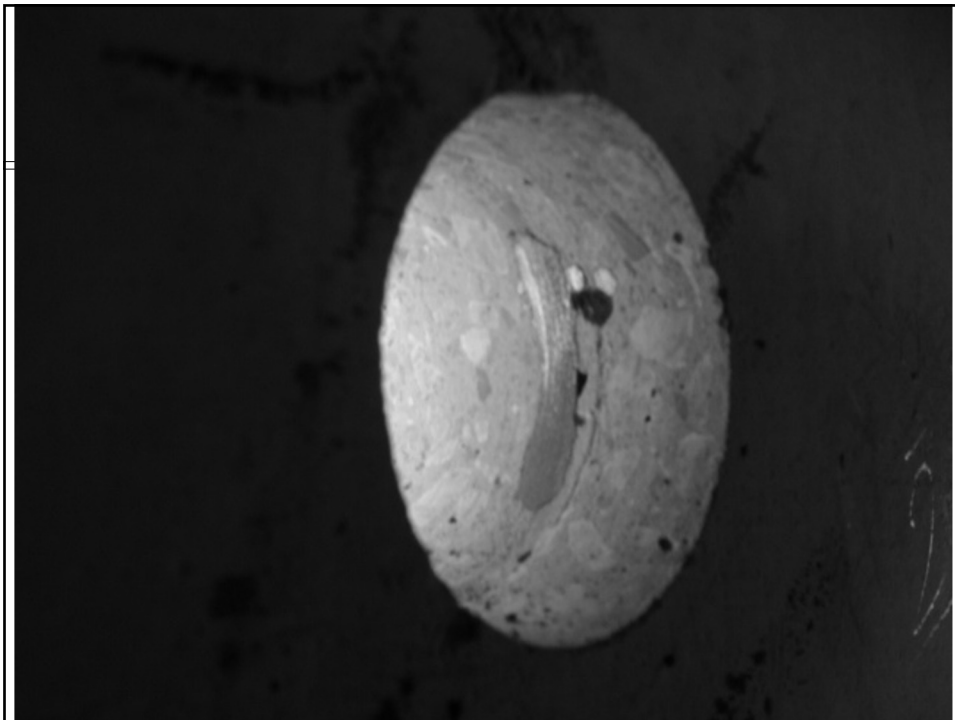
**extração de testemunhos  
LABORATÓRIO**

IBRACON

**É 100%  
confiável?**

*direitos reservados 2010*

49



50



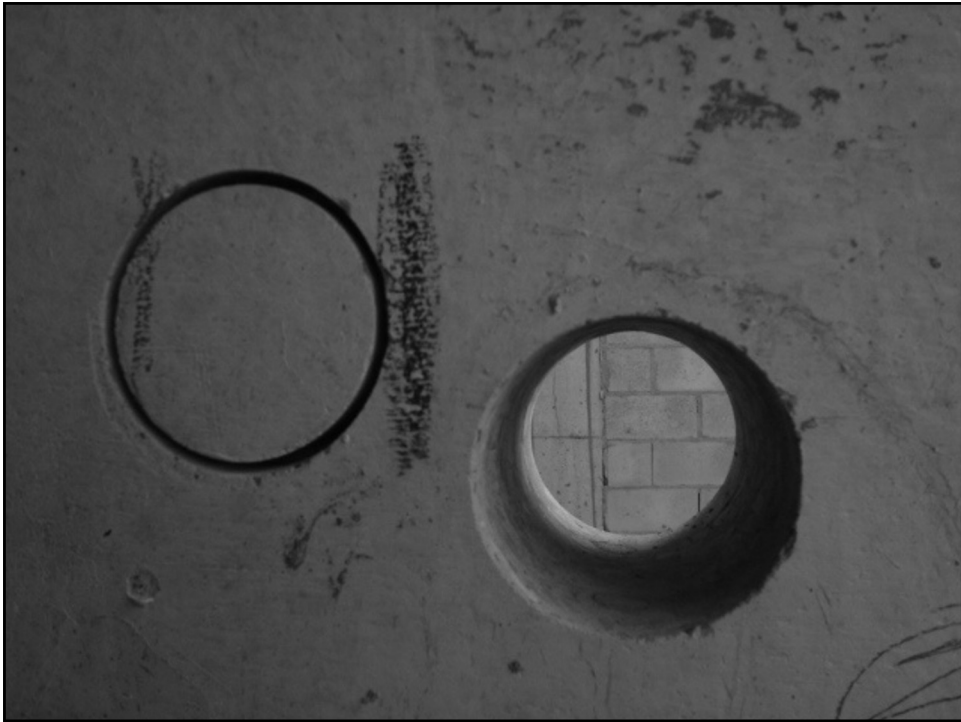
51



52



53



54

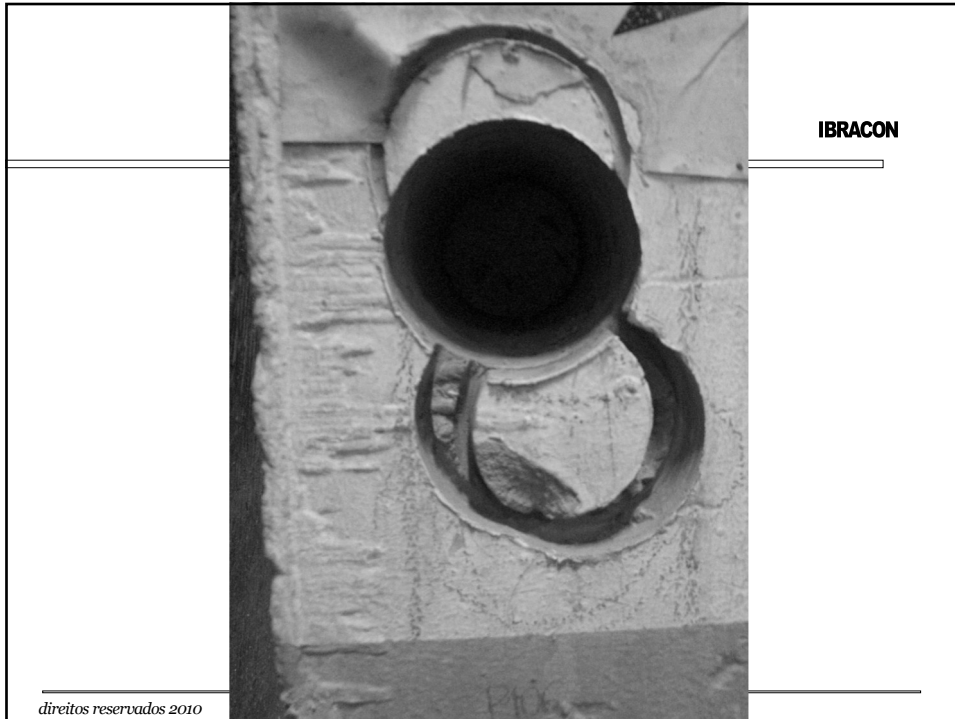


55

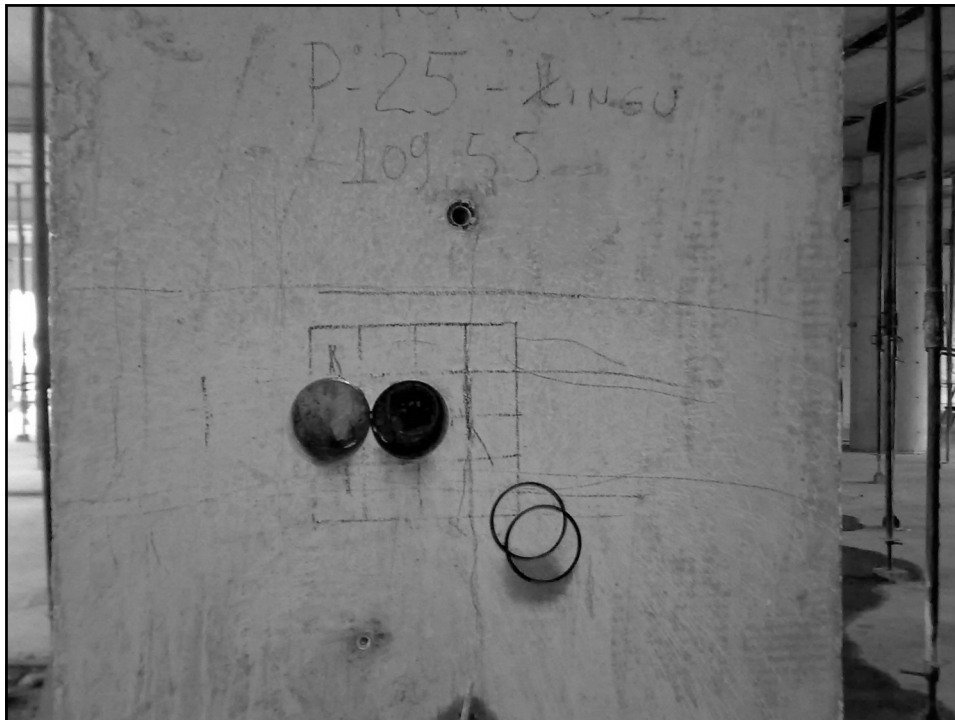


56





57



58



59



60



*direitos reservados 2010*

# Projeto

*direitos reservados 2010*

## testemunhos extraídos

estudo de caso  $\rightarrow f_{ck} = 35\text{MPa}$

IBRACON

pilar	c. betoneira 1
P11	29.5
P12	31.6
P13	33.0
P11	34.3
P14	35.2
P14	35.4
P13	35.9
P12	37.4
P15	37.7
P16	37.9
<b><math>f_{cm}</math> (MPa)</b>	<b>34.8</b>
<b><math>s_c</math> (MPa)</b>	<b>2.8</b>
<b><math>v_c</math> (%)</b>	<b>8%</b>
<b><math>f_{ck,est}</math> (MPa)</b>	<b>29.0</b>

direitos reservados 2010

63

## testemunhos extraídos

estudo de caso  $\rightarrow f_{ck} = 35\text{MPa}$

IBRACON

pilar	c. betoneira 1
P11	29.5
P12	31.6
P13	33.0
P11	34.3
P14	35.2
P14	35.4
P13	35.9
P12	37.4
P15	37.7
P16	37.9
<b><math>f_{cm}</math> (MPa)</b>	<b>34.8</b>
<b><math>s_c</math> (MPa)</b>	<b>2.8</b>
<b><math>v_c</math> (%)</b>	<b>8%</b>
<b><math>f_{ck,est}</math> (MPa)</b>	<b>29.0 <math>\rightarrow</math> 31.9</b>

direitos reservados 2010

64

## testemunhos extraídos

estudo de caso  $\rightarrow f_{ck} = 35\text{MPa}$

IBRACON

pilar	c. betoneira 1
P11	29.5
P12	31.6
P13	33.0
P11	34.3
P14	35.2
P14	35.4
P13	35.9
P12	37.4
P15	37.7
P16	37.9
<b><math>f_{cm}</math> (MPa)</b>	<b>36.4</b>
<b><math>s_c</math> (MPa)</b>	<b>1.5</b>
<b><math>v_c</math> (%)</b>	<b>4</b>

65

# Segurança de Estruturas Edificações

Concreto  $\rightarrow$  Controle 100%  
Controle  $\rightarrow$  Manter critério NBR 12655  
Laboratório  $\rightarrow$  ???  
Execução  $\rightarrow$  fundamental controlar  
Projeto  $\rightarrow$  fundamental uniformizar

ABCP

06 de Abril de 2011

São Paulo

66