

# Segurança de Estruturas Edificações

Projeto → Projetistas  
Execução → Construtoras  
Concreto → Concreteiras  
Controle → Normalização  
Controle → Laboratórios

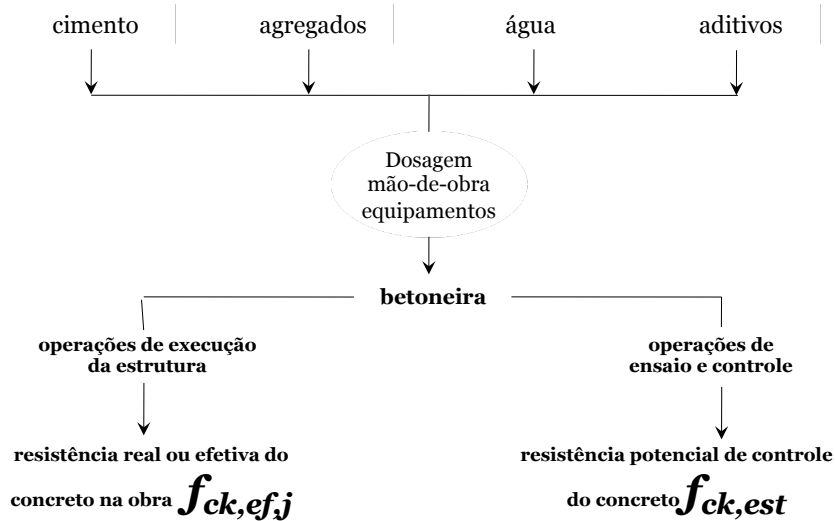
ABCP

04 de Maio de 2011

São Paulo

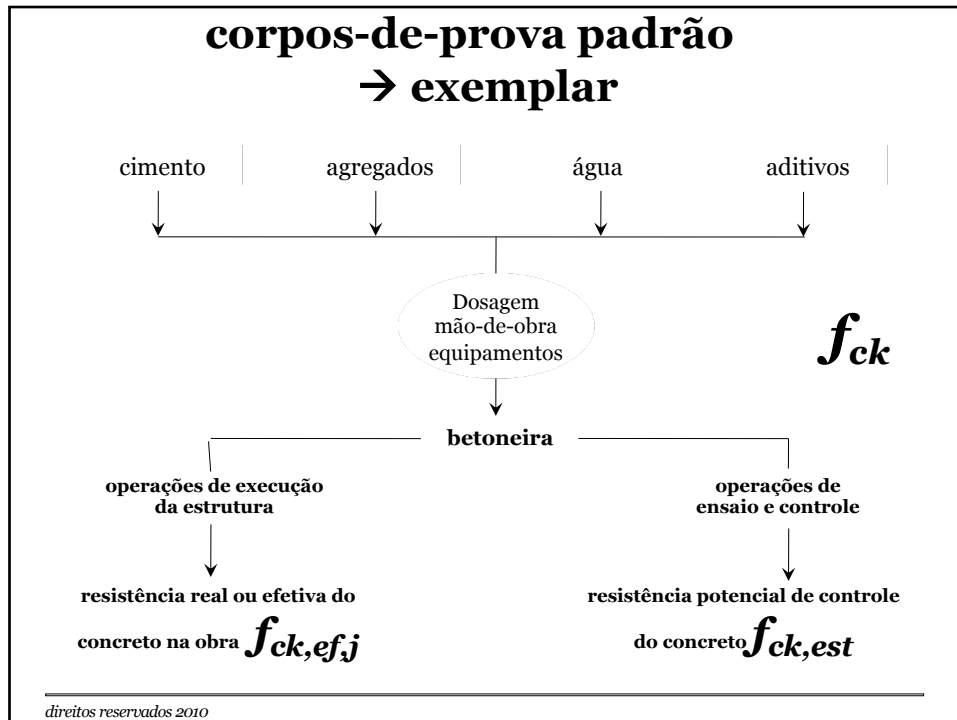
1

## corpos-de-prova padrão → exemplar

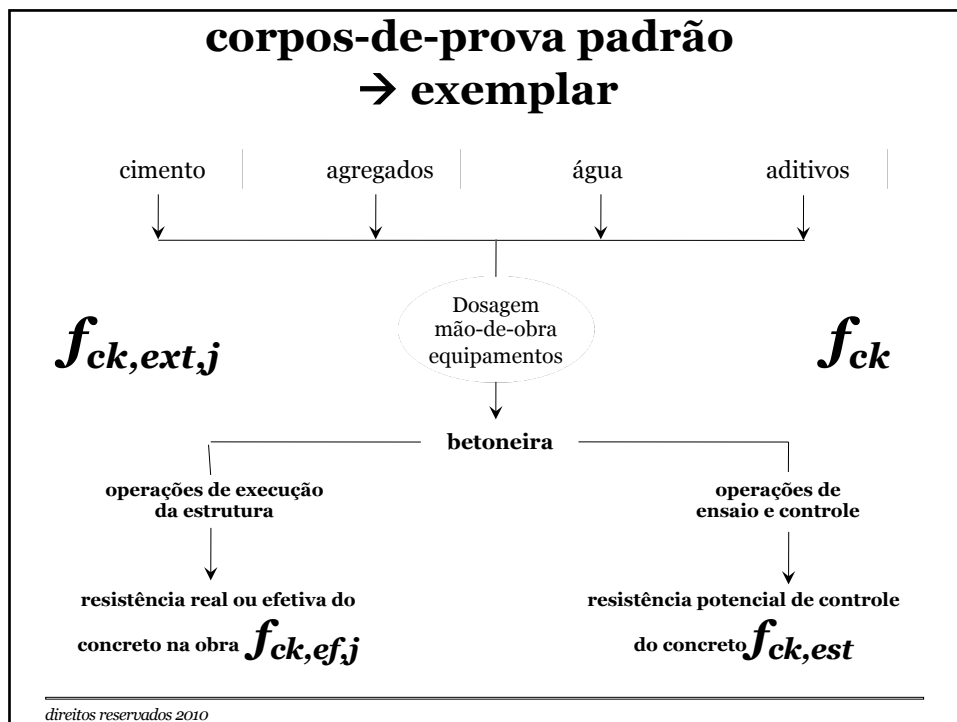


direitos reservados 2010

2



3



4

# sumário

IBRACON

- Projeto das Estruturas de Concreto (Projetistas)
- Execução das Estruturas de Concreto (Construtores)
- Produção do Concreto (Concreteiras)
- Controle (Norma)
- Controle da Resistência do Concreto (Laboratórios)

*direitos reservados 2010*

5

# sumário

IBRACON

- Projeto das Estruturas de Concreto (Projetistas)
- Execução das Estruturas de Concreto (Construtores)
- Produção do Concreto (Concreteiras)
- Controle (Norma)
- Controle da Resistência do Concreto (Laboratórios)

*direitos reservados 2010*

6

**É 100%  
exato?**

**Não!**



## **Projeto das estruturas de concreto NBR 6118 → Projetistas**

IBRACON

- não respeitam classes de agressividade. SP e RJ → III;
- não respeitam cobrimento nominal → consideram controle rigoroso;
- não respeitam armadura mínima;
- adotam módulo incompatível com materiais;
- interpretam errado a norma qto a lotes;
- não sabem interpretar resultados de testemunhos;
- fazem simplificações de cálculo, por exemplo

*direitos reservados 2010*

9

## **Projeto das estruturas de concreto NBR 6118 → Projetistas**

IBRACON

o item 15.8.3 permite que o dimensionamento de pilares esbeltos seja feito através de 4 métodos de cálculo diferentes:

- ✓ o método do pilar-padrão com curvatura aproximada,  $1/r$
- ✓ o método do pilar-padrão com rigidez,  $k$ , aproximada
- ✓ o método do pilar-padrão acoplado a diagramas  $M$ ,  $N$ ,  $1/r$
- ✓ o método geral

*direitos reservados 2010*

10

## Projeto das estruturas de concreto NBR 6118 → Projetistas

IBRACON

Quadro Comparativo das Armaduras			
Pilar do Exemplo 5 do Livro Comentários Técnicos NB-1			
Dimensionado por Quatro Métodos Distintos			
Método	Armadura	As (cm <sup>2</sup> )	Dif. %
Pilar-padrão curvatura aproximada (1/r)	10 # 20	31.5	0.0
Pilar-padrão rigidez k aproximada	12 # 16	24.0	-23.8
Pilar-padrão rigidez k aprox. tese França	8 # 16	16.0	-49.2
Pilar-padrão acoplado a diagramas N,M,1/r	10 # 12.5	12.5	-60.3
<b>Método geral</b>	<b>8 # 12,5</b>	<b>10</b>	<b>-68.0</b>

*Giordano J. Loureiro, IBRACON, 2009*

11

## Interpretação de resultados de testemunhos

direitos reservados 2010

12

## 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

13

## 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

14

## testemunhos extraídos

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

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>

15

## sumário

IBRACON

- Projeto das Estruturas de Concreto (Projetistas)
- Execução das Estruturas de Concreto (Construtores)
- Produção do Concreto (Concreteiras)
- Controle (Norma)
- Controle da Resistência do Concreto (Laboratórios)

direitos reservados 2010

16

# É 100% confiável?

*direitos reservados 2010*

17



18



direitos re

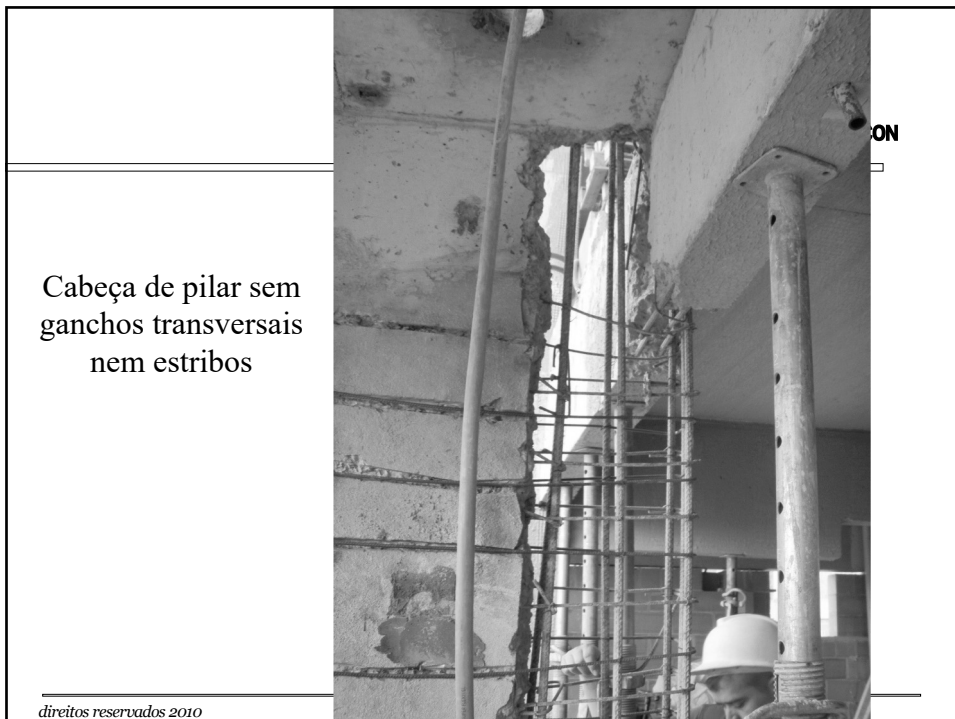
19



20



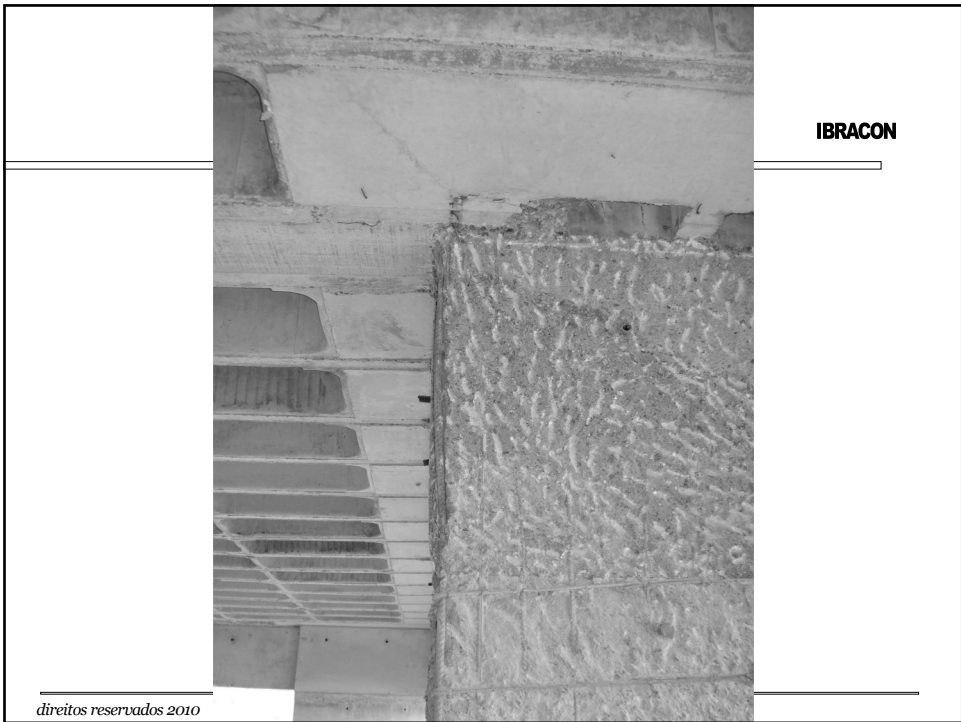
21



22



23

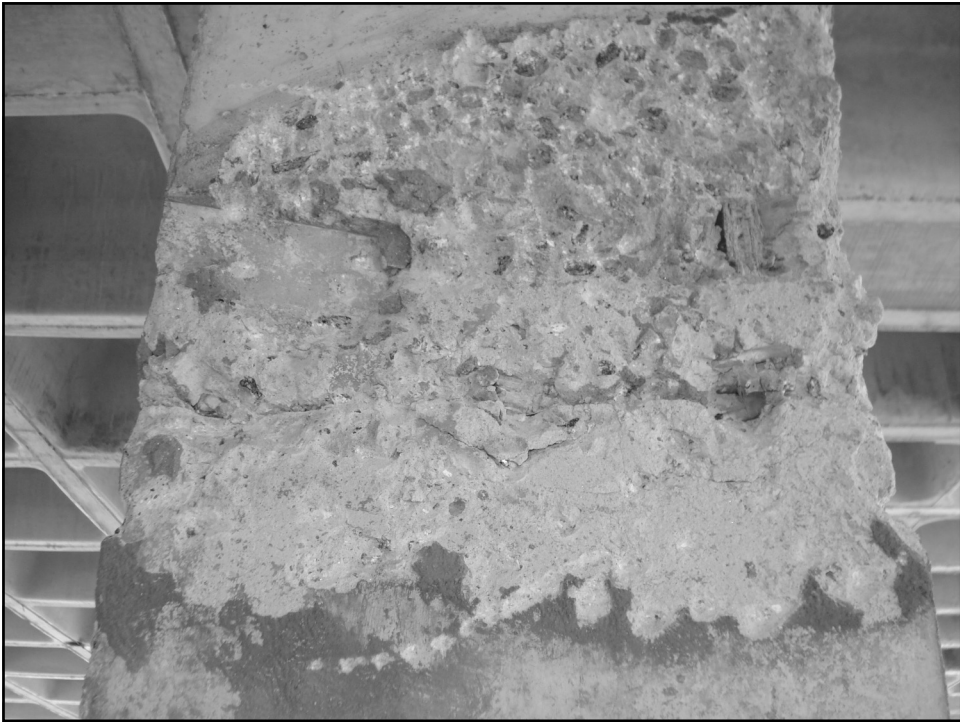


24





25



26



27



28



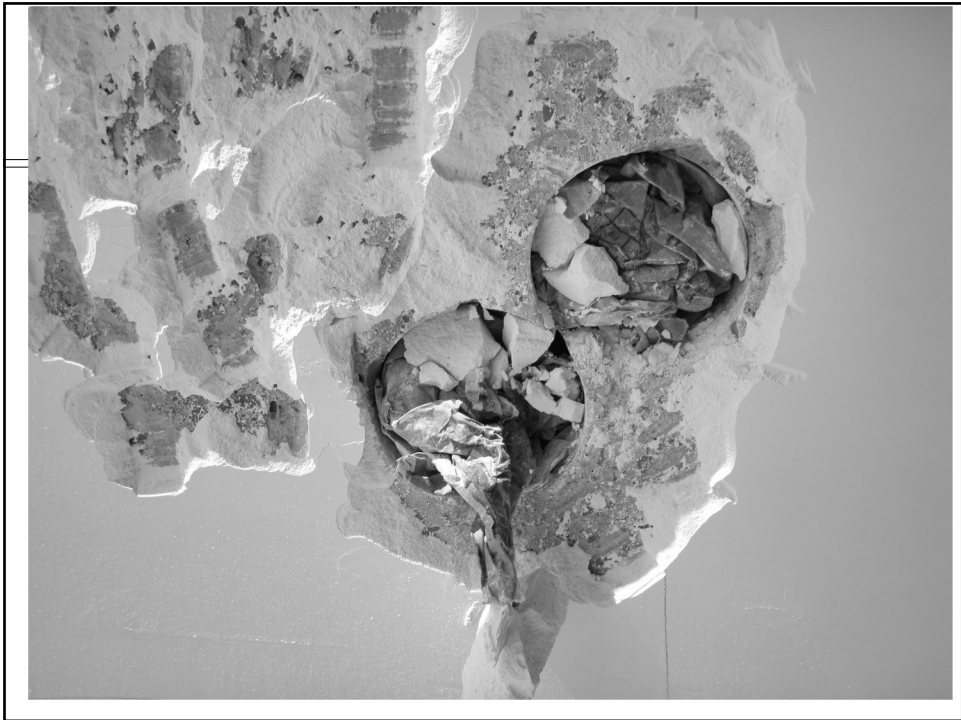
29



30



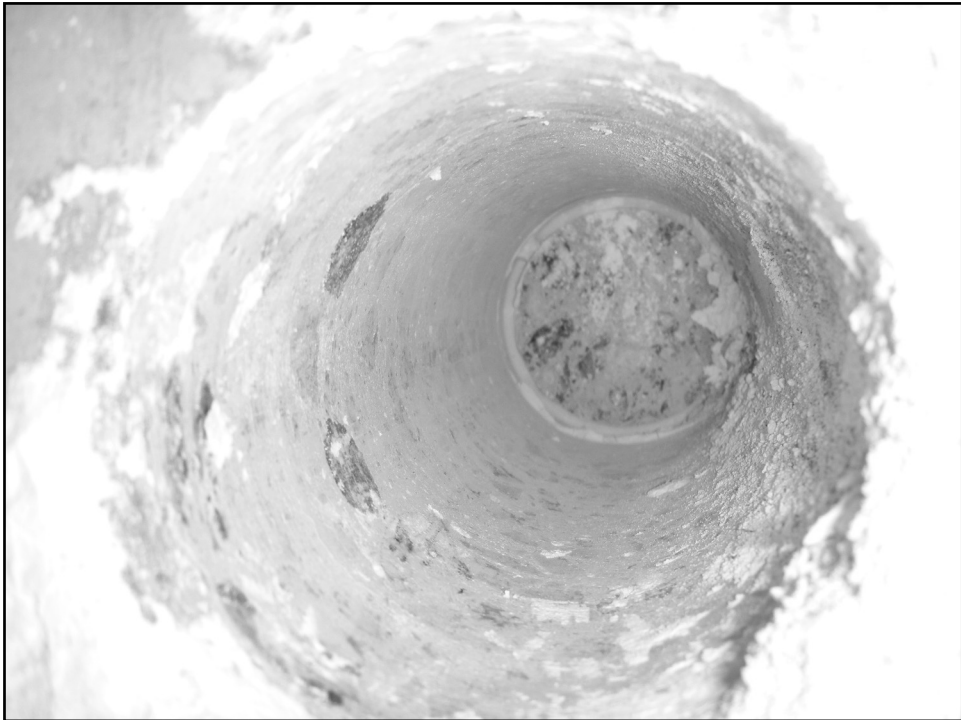
31



32



33



34

## Construção

IBRACON

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



35

## Construção

IBRACON



*direitos reservados 2010*

36

# Construção

IBRACON



*direitos reservados 2010*

37

# Construção

IBRACON



*direitos reser*

38



# Construção

IBRACON



*direitos reservados 2010*

39

# sumário

IBRACON

- Projeto das Estruturas de Concreto (Projetistas)
- Execução das Estruturas de Concreto (Construtores)
- Produção do Concreto (Concreteiras)
- Controle (Norma)
- Controle da Resistência do Concreto (Laboratórios)

*direitos reservados 2010*

40



**É 100%  
confiável?**

**Não !**

## **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. Balanceiro (automatizada???)
  11. Motorista;
  12. Bombista
- CUMPLICIDADE !!!!!**

direitos reservados 2010

43

## **sumário**

**IBRACON**

- Projeto das Estruturas de Concreto (Projetistas)
- Execução das Estruturas de Concreto (Construtores)
- Produção do Concreto (Concreteiras)
- Controle (Norma)
- Controle da Resistência do Concreto (Laboratórios)

direitos reservados 2010

44

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

**IBRACON**

**É 100%  
confiável?**

*direitos reservados 2010*

45

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

**IBRACON**

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

*direitos reservados 2010*

46

# **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

47

# **sumário**

IBRACON

- Projeto das Estruturas de Concreto (Projetistas)
- Execução das Estruturas de Concreto (Construtores)
- Produção do Concreto (Concreteiras)
- Controle (Norma)
- Controle da Resistência do Concreto (Laboratórios)

direitos reservados 2010

48

---

**É 100%  
confiável?**

---

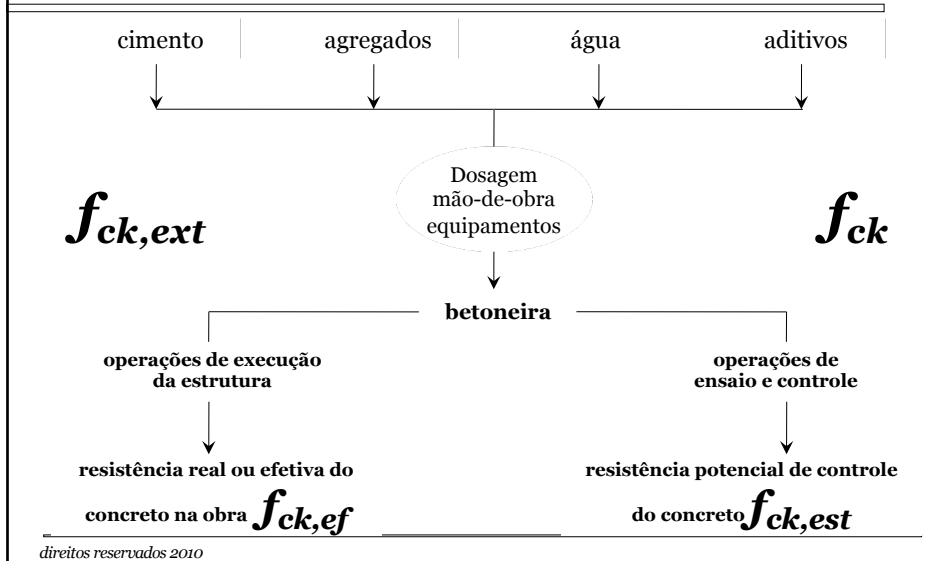
---

**Não!**

---

# controle do concreto resistência

IBRACON



51

## Controle da resistência do concreto NBR 12655 (Laboratórios)

IBRACON

### Operações de ensaio:

- coleta do concreto;
- local de moldagem;
- armazenamento;
- desmoldagem;
- transporte;
- sazonalidade;
- topos;
- ruptura

direitos reservados 2010

52

## Controle da resistência do concreto NBR 12655 (Laboratórios)

IBRACON

Operações de ensaio:

- coleta do concreto;
- local de moldagem;
- armazenamento;
- desmoldagem;
- transporte;
- sazonalidade;
- topos;
- ruptura

# Extração e ensaio de testemunhos!

direitos reservados 2010

53

## 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

54



55



56





57

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>	

58

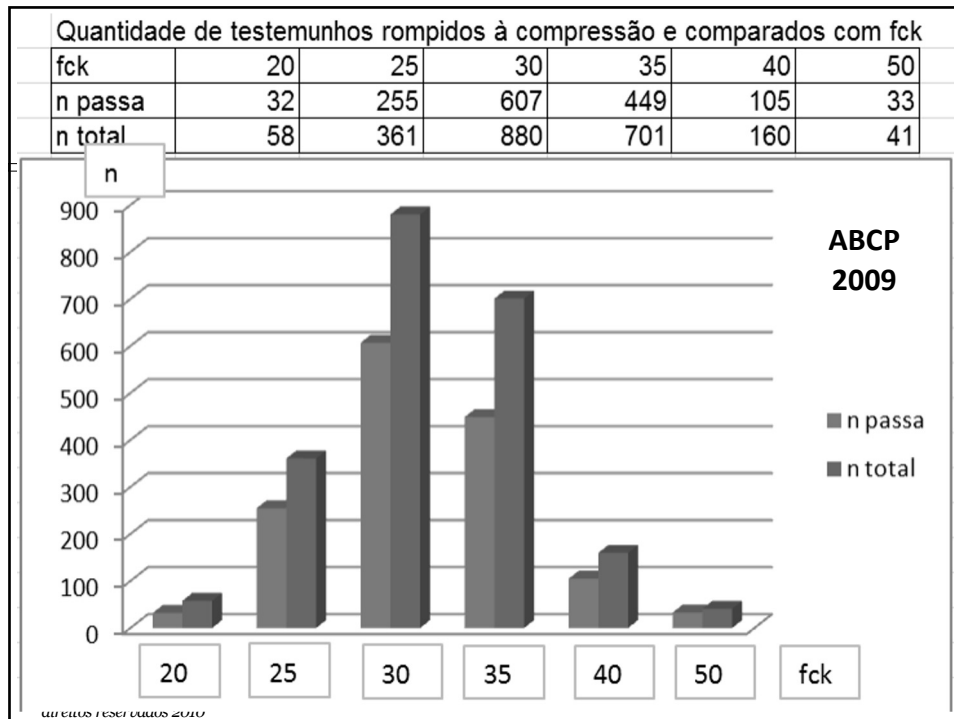
# Dúvidas

IBRACON

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

direitos reservados 2010

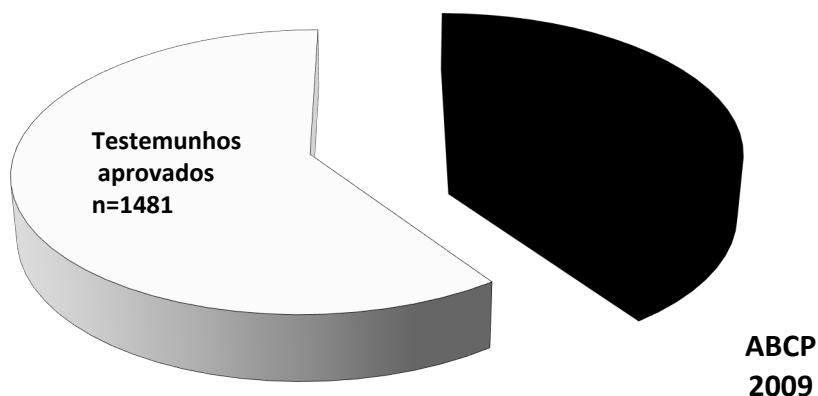
59



60

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

IBRACON



*direitos reservados 2010*

61

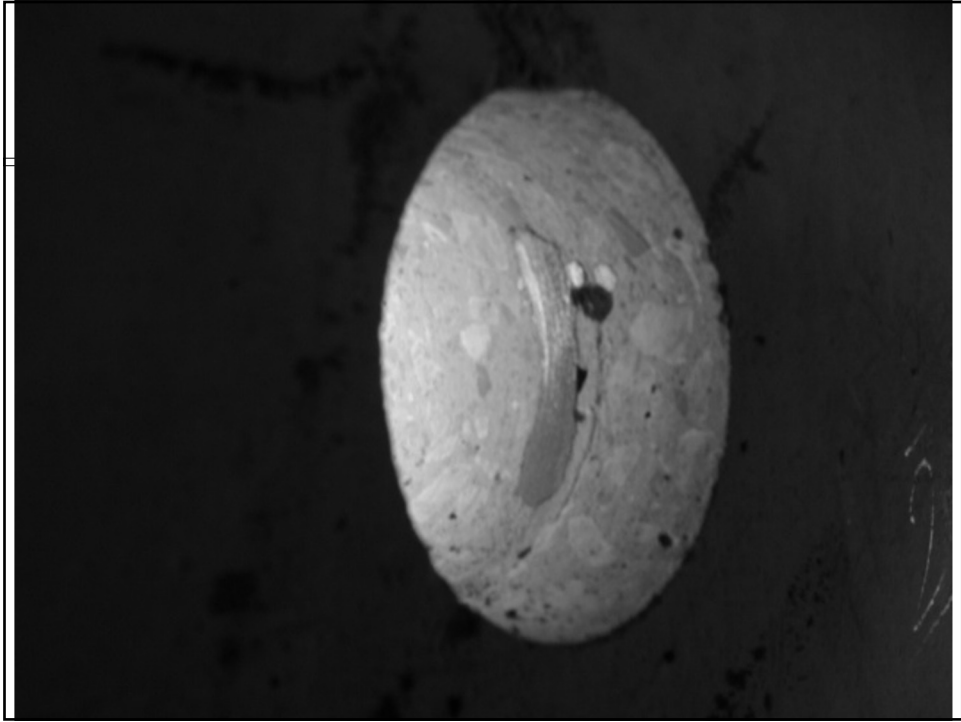
**extração de testemunhos  
LABORATÓRIO**

IBRACON

**É 100%  
confiável?**

*direitos reservados 2010*

62



63



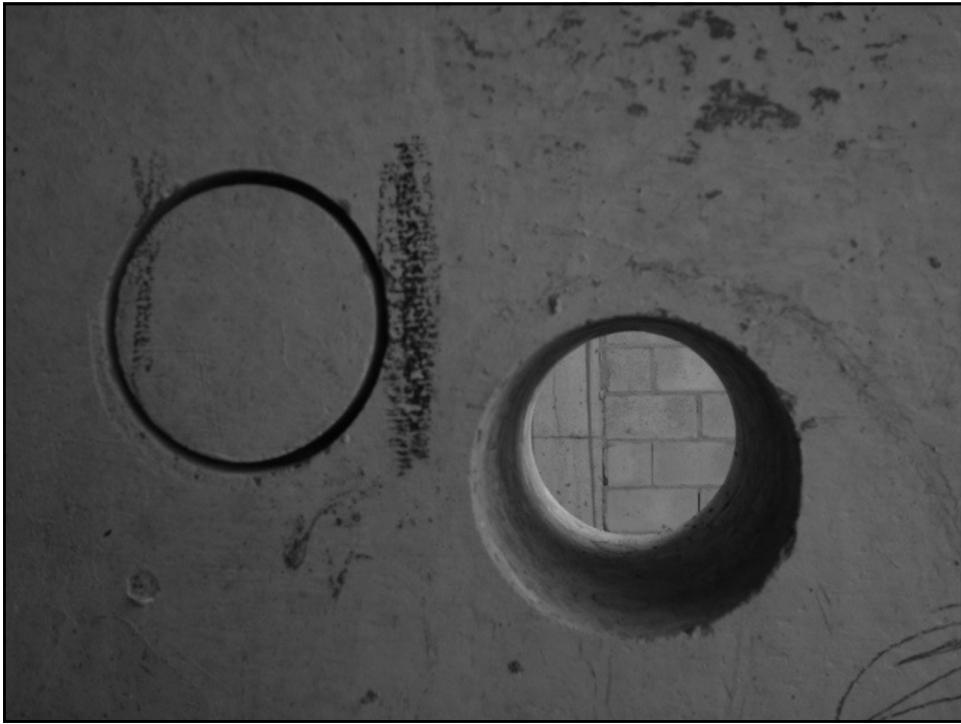
64



65



66



67



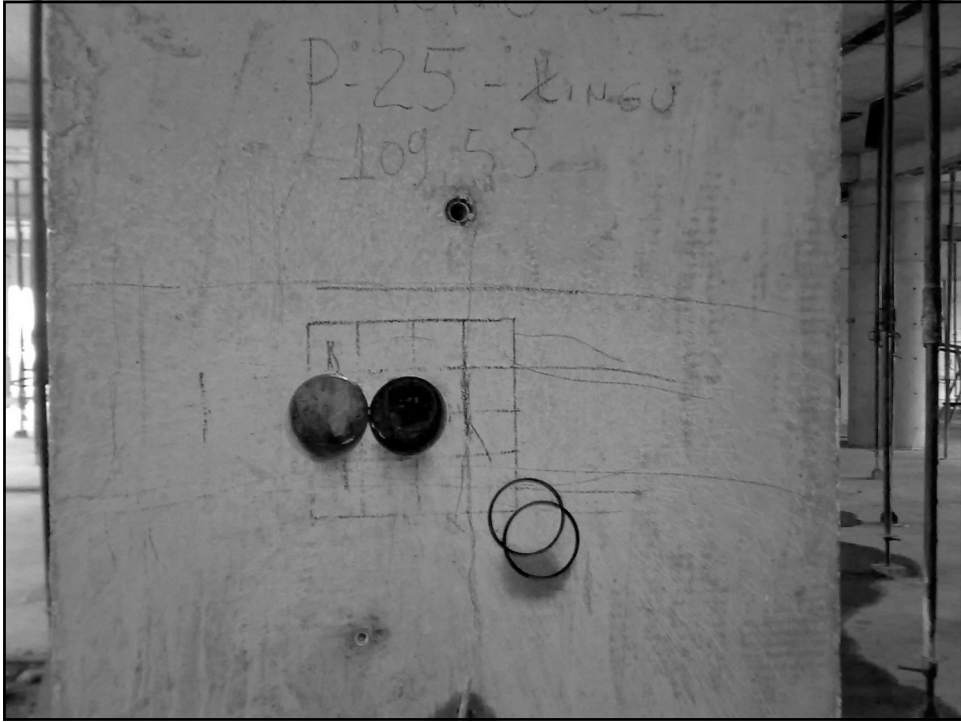
68



69



70



71



72





73



74

# Segurança de Estruturas Edificações

Concreto → Controle 100%  
Controle → Manter critério NBR 12655  
Laboratório → ???  
Execução → fundamental controlar  
Projeto → fundamental uniformizar

ABCP

04 de Maio de 2011

São Paulo