

**Seminário ASSUNTOS CONTROVERSOS**  
**Coordenador: Prof. Bernardo Tutikian**



# **Controle da Resistência do Concreto**

E SEU IMPACTO NA  
CONSTRUÇÃO CIVIL

TECNOLOGIA OU UM  
**NEGÓCIO**  
**LUCRATIVO?**



**Seminário ASSUNTOS CONTROVERSOS**  
**Coordenador: Prof. Bernardo Tutikian**



# Controle da Resistência do Concreto

## E SEU IMPACTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL



### **Paulo Helene**

Diretor PhD Engenharia  
Prof. Titular Universidade de São Paulo  
Gestor e Ex-Presidente ALCONPAT Internacional  
Vice-Presidente, Conselheiro e Sócio Honorário IBRACON  
Member *fib* (CEB-FIP) Model Code for Service Life Design  
Conselheiro da CNTU, SEESP, PMSP e ABNT

Curitiba, 66CBC IBRACON

31 de outubro de 2025







Anais do 54º Congresso Brasileiro do Concreto  
CBC2012  
Outubro / 2012



@ 2012 - IBRACON - ISSN 2175-8182

## **A IMPORTÂNCIA DA ACREDITAÇÃO LABORATORIAL E DA CERTIFICAÇÃO DE MÃO DE OBRA NO CONTROLE DE ACEITAÇÃO DO CONCRETO**

*Lab accreditation and manpower significance in concrete control*

Caue Cesar Carromeu (1); Karina Cavalcante de Oliveira (1); Paulo Helene (2);  
Egydio Hervé Neto (3); Pedro Bilesky (1); Jéssika Pacheco (4)

(1) Eng. Civil, PhD Engenharia;

(2) Professor Titular EPUSP, Diretor da PhD Engenharia;

(3) Eng. Civil, Diretor da Ventuscore;

(4) Estagiária de Eng. Civil, PhD Engenharia

Rua: Visconde de Ouro Preto, 201. Consolação. São Paulo/SP. CEP 01303-060

### **Resumo**

A indústria da construção civil, em atendimento à norma ABNT NBR 12655:2006, contrata Laboratórios para realizar os Ensaios de Controle de Aceitação do concreto destinado às estruturas. Assim, o INMETRO Acredita os Laboratórios de Ensaios atestando que os mesmos possuem os equipamentos e procedimentos operacionais adequados, nesse caso, ao controle do concreto estrutural. Porém, através de consulta ao *site* do INMETRO no tema RBLE, constata-se que existem apenas 20 Laboratórios ligados ao concreto Acreditados no Brasil, sendo menos que as unidades federativas do país (27). Também, a qualificação da mão de obra laboratorial deveria complementar a Acreditação e estar em conformidade com a ABNT NBR 15146:2011. Essa qualificação visa garantir que os laboratoristas dominem os procedimentos de ensaios normalizados e a IBRACON é a única entidade que realiza a certificação de mão de obra qualificada. Porém, a realidade é

# Guia Prático do Controle Tecnológico do Concreto (Manual de Procedimentos)

PROCEDIMENTO - D 0510

QUARTA EDIÇÃO  
MARÇO DE 2018





NORMA  
BRASILEIRA

ABNT NBR  
9479

Segunda edição  
31.05.2008

Válida a partir de  
30.06.2008

---

**Argamassa e concreto — Câmaras úmidas e  
tanques para cura de corpos-de-prova**

*Mortar and concrete — Moist rooms and water tanks for curing*

NORMA  
BRASILEIRA

ABNT NBR  
15146-1

Primeira edição  
13.01.2011

Válida a partir de  
13.04.2011

---

**Controle tecnológico de concreto —  
Qualificação de pessoal  
Parte 1: Requisitos gerais**

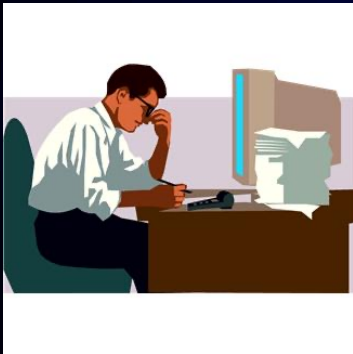
*Concrete technological control —  
Personnel qualification  
Part 1: General requirements*

# PREMISSA TÉCNICA BÁSICA



# *Intervenientes*

Construtora



Projetista  
estrutural



Concreteira  
material em processo



Controle  
Laboratório



Execução

**atribuição de responsabilidades ABNT NBR 12655**

Controle de aceitação de um produto acabado:  
torneira, fechadura, porta, pneu e aço!

***MUITO DIFERENTE DE:***

*Controle de recebimento e aceitação de um produto em  
processo de elaboração: CONCRETO!*

**correr risco e aguardar 28 dias, faz parte do processo, ou seja,  
trata-se de aprender a conviver com esse pequeno inconveniente**

## **Estruturas de Concreto → Aço + Concreto**

### **Aço**

- ✓ chega pronto na obra;
- ✓ propriedades não se alteram com a idade (*compressão, tração, módulo*);
- ✓ não dependem da qualidade da execução da obra;
- ✓ não dependem das condições climáticas do local da obra;
- ✓ não dependem das cargas atuantes;
- ✓ suas propriedades não se alteram ao longo da Vida Útil;

***Produto morto. Inerte. Sem vida!***



# Estruturas de Concreto

## Concreto

- ✓ chega fresco na obra, e em processo de fabricação;
- ✓ suas propriedades se alteram com a idade (*compressão, tração, módulo*);
- ✓ dependem da qualidade da execução da obra (*adensamento, cura*);
- ✓ dependem das condições climáticas do local da obra (*retração, expansão*);
- ✓ propriedades dependem das cargas atuantes;
- ✓ suas propriedades se alteram muito ao longo da Vida Útil;

***Produto Vivo. Ativo. Tem vida intensa!***

**qual é o referencial  
de resistência à  
compressão do  
concreto,  $f_{ck}$   
no Brasil ?**

- ✓ o cilindro de referência *referencial BRASIL*
- ✓ o cilindro de resistência de concreto,  $f_{ck}$
- ✓ o plano de amostragem *NBR 12655*
- ✓ o método de ensaio *86*
- ✓ o momento (máxima) *Potencial !*
- ✓ o tração *38*
- ✓ o curso
- ✓ o capô
- ✓ o ensaio
- ✓ o resultado *NT NBR 12655*
- em geral referências *Idiais !*
- dias de idade

**$f_{ck}$  é a resistência do concreto na estrutura?**



**Não !**

**$f_{ck}$  é a resistência potencial do concreto na  
boca da betoneira !**



$f_{ck}$   
é a resistência do  
concreto na  
fundação, pilares,  
vigas e lajes da  
estrutura?



**Não !**  
 $f_{ck}$  é a resistência  
potencial do concreto  
daquela amassada  
medida em corpos de  
prova moldados,  
sazonados e ensaiados  
em condições ideais !

$f_{ck}$   
é a resistência do concreto de partida que o projetista estrutural usa  
para verificar a segurança?



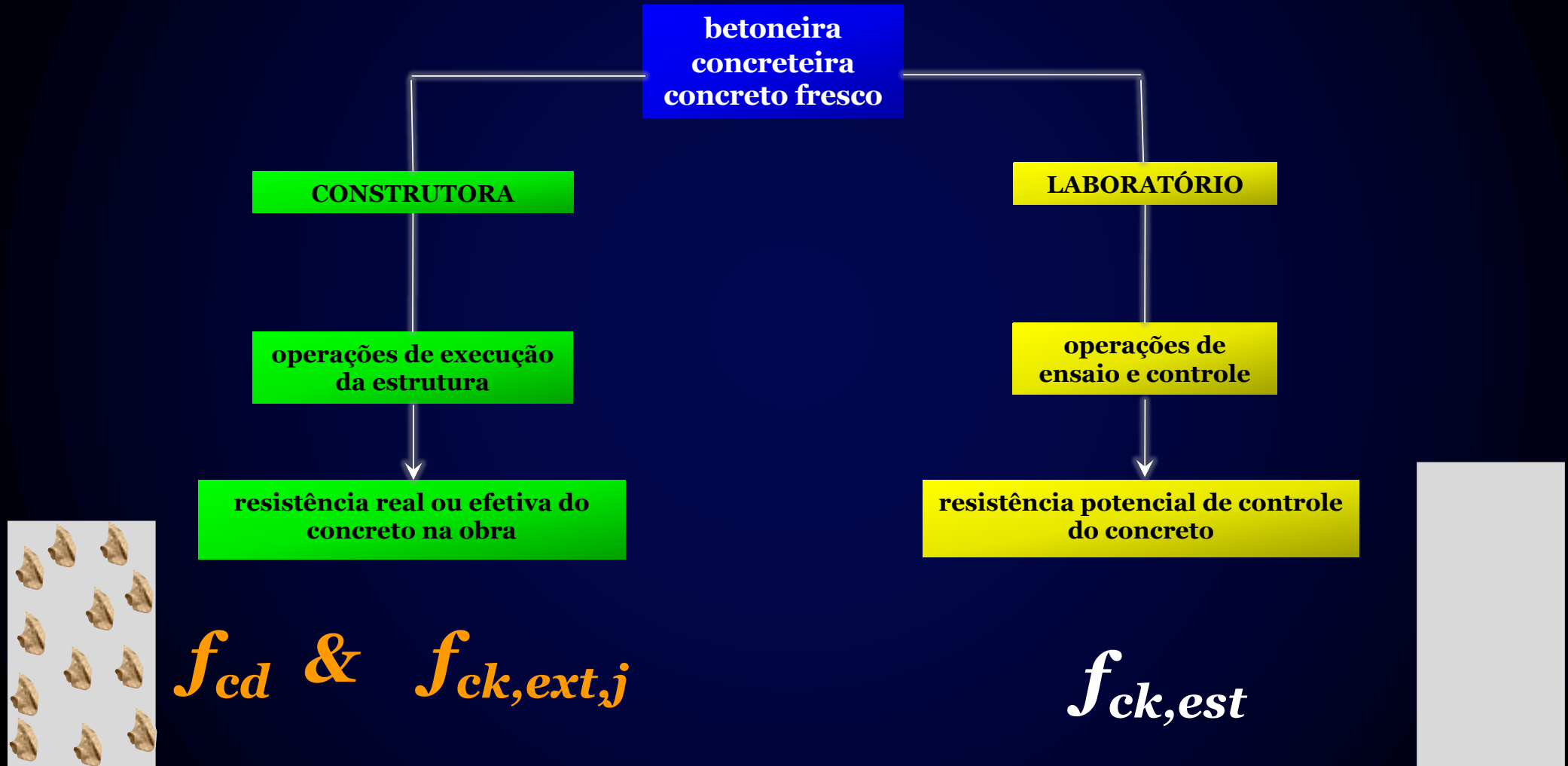
**Sim !**

$f_{ck}$  é a resistência característica do concreto à compressão utilizada  
como valor de entrada nos programas de verificação da segurança  
numa análise ou processo usual, padrão !

**... e esse é o grande problema porque  
alguns engenheiros e projetistas  
consideram que  $f_{ck}$  é a resistência do  
concreto lá na estrutura !..**



# concreto é material em elaboração





Moldado - corpo de prova (laboratório)

**4% a 12% !**

$$f_{ck} = 40 \text{ MPa} \rightarrow 1,6 \text{ a } 4,8 \text{ MPa}$$

Tipo de ruptura de corpos de prova

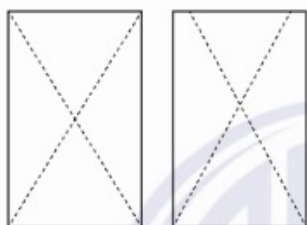


Figura A.1 – Tipo A – Cônica e cônica afastada em 25 mm do capeamento

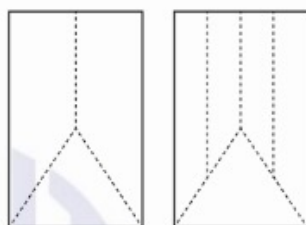


Figura A.2 – Tipo B – Cônica e bipartida

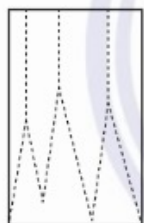


Figura A.3 – Tipo C – Coluna com formação de cones

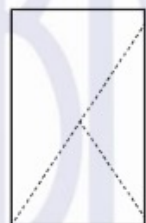


Figura A.4 – Tipo D – Cônica e cisalhada

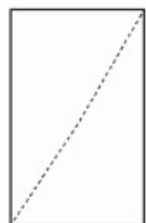


Figura A.5 – Tipo E – Cisalhada

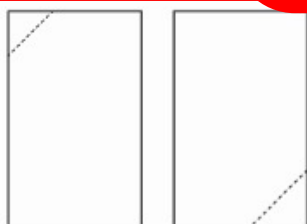


Figura A.6 – Tipo F – Fraturas no topo e/ou na base abaixo do capeamento



Figura A.7 – Tipo G – Similar ao tipo F com fraturas próximas ao topo

## Avaliação do tipo de ruptura do corpo de prova

- Desprezar ou repetir tipos D, E, F e G;
- Em geral tipos D, E, F e G aumentam a variabilidade (desvio padrão)

70% T



Anais do 55º Congresso Brasileiro do Concreto  
CBC2013  
Outubro / 2013



@ 2013 - IBRACON - ISSN 2175-8182

## **AVALIAÇÃO DO USO DO NEOPRENE EM ENSAIOS DE COMPRESSÃO DO CONCRETO.**

### *EVALUATION OF THE USE NEOPRENE IN COMPRESSION TESTING OF CONCRETE.*

Josué Argenta Chies (1); Bruno da Vale Silva (2); Fábio Costa Magalhães (2);  
Lucas Serrano Giroto (2); Luiz Carlos Pinto da Silva Filho (3)

(1) Mestrando em Engenharia Civil, PPGE/C/UFRRG/LEME

(2) Doutorando em Engenharia Civil, PPGE/C/UFRRG/LEME

(3) Professor Doutor, PPGE/C/UFRRG/LEME

LEME - Laboratório de Ensaios e Modelos Estruturais (<http://www.ufrrg.br/leme>)  
Av. Bento Gonçalves, 9500, Setor A, Prédio nº 43/36 - Bairro Agronomia - Porto Alegre - RS - Brasil

### **Tipo de Ruptura**

**Figura 6 – Quantitativo de tipos de ruptura.**

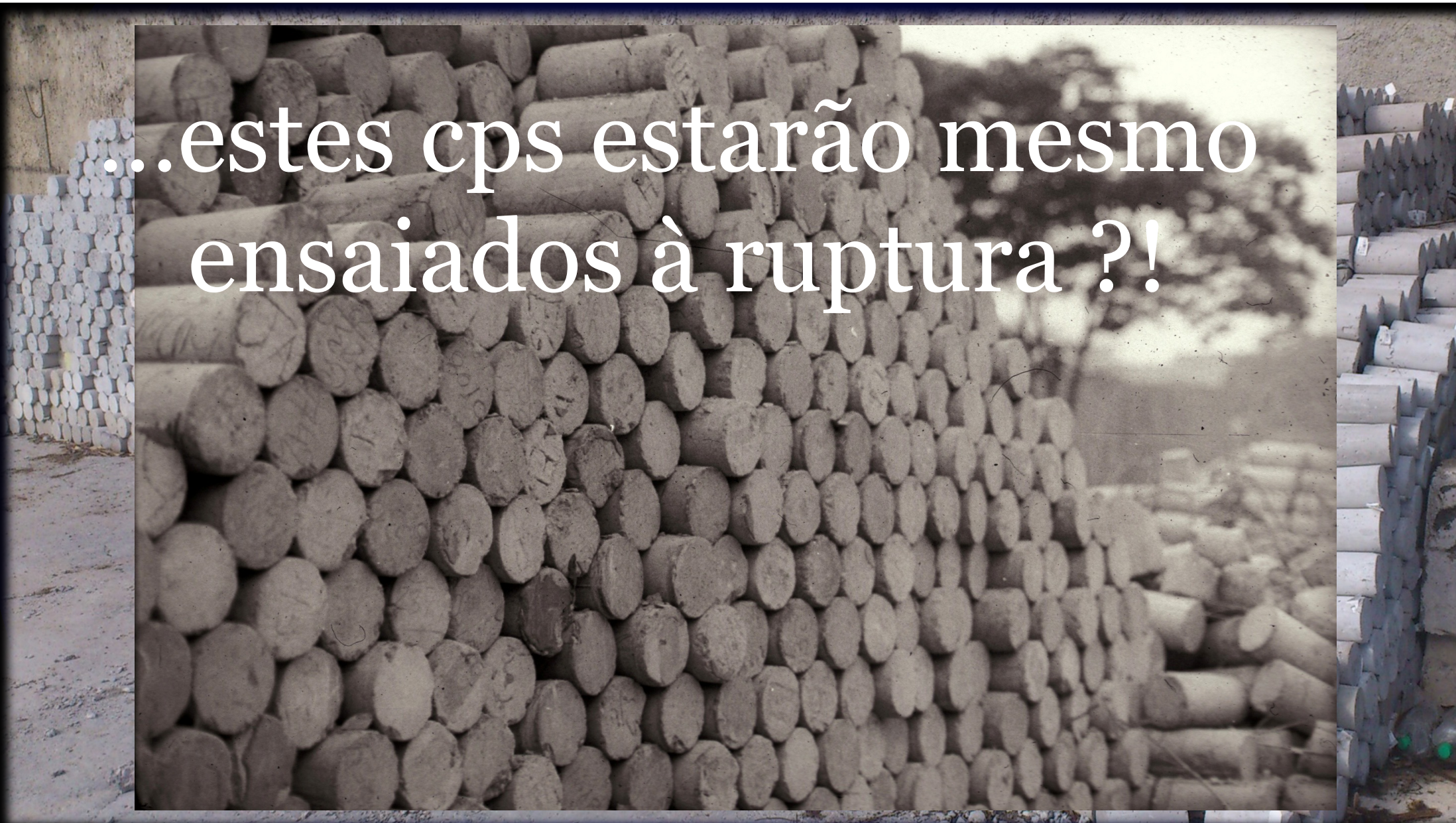
■ Neoprene  
■ Retifica

## Avaliação do tipo de ruptura do corpo de prova





...estes cps estarão mesmo  
ensaiados à ruptura ?!









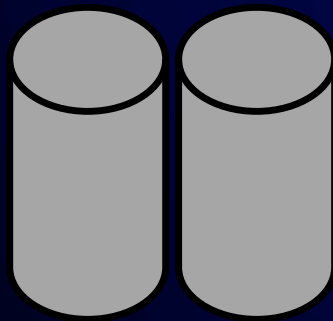
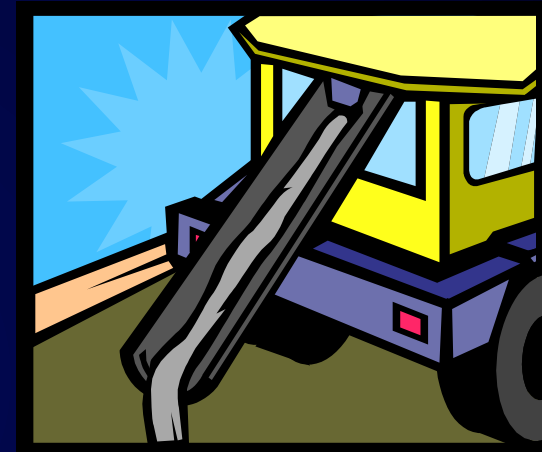




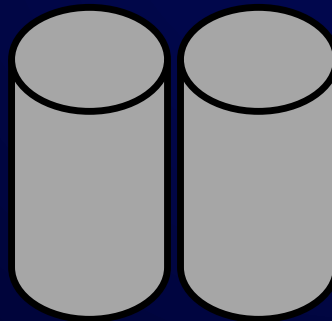
# Como obter a maior resistência à compressão aos 28 dias?

Concreto de uma betonada:

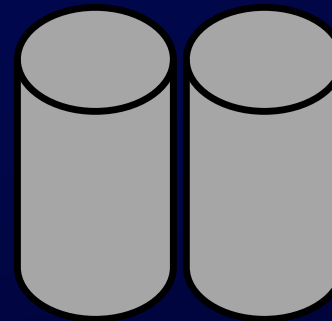
*Moldagem de corpos de prova irmãos a bel prazer*



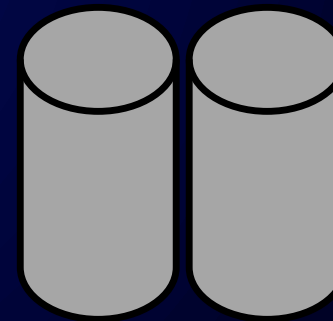
Grupo 1



Grupo 2



Grupo 3



Grupo 4



ABNT NBR 7680:2015  $f_{ck,ext,j}$

ABNT NBR 6118:2014  $f_{ck}$

ABNT NBR 12655:2015  $f_{ck,est}$

referencial de segurança

$f_{ck}$

# Conceitos Básicos de Tecnologia de Concreto

1. É correto  $f_{c,28} < f_{c,7}$  e  $f_{c,63} < f_{c,28}$ ?
2. Processo construtivo aumenta resistência do concreto?
3. É correto recebimento 100% conforme e  $f_{c,28}$  a metade do  $f_{ck}$ ?
4. É correto receber concreto não conforme?

**Armazenamento errado !  
→ aumenta resultado?**







**Transporte errado! →  
aumenta resultado?**





**Transporte errado! →  
aumenta resultado?**

14/01/2011 15:33





**Transporte errado! →  
aumenta resultado?**





## *Transporte dos Corpos de Prova*



**Transporte certo! →  
aumenta resultado?**



# Efeito da temperatura na resistência do concreto

$(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$  – referência

$UR = 100\%$

24h a 72h

| $\theta$ | 25 MPa | 50 MPa | 80 MPa |
|----------|--------|--------|--------|
| 32 a 40  | 0,85   | 0,87   | 0,88   |
| 8 a 15   | 0,90   | 0,94   | 0,96   |
| -5 a 3   | 0,65   | 0,67   | 0,57   |

*ACI Materials Journal. Set-Oct. 2011 N. 108, M.5. Effect of Initial On -Site Curing on 28-Day Cilinder Strength. J. Calavera et all. p. 510-515. ISSN 0889-3241/98*

# adensamento

Segundo *ACI 214:2010* e livros texto de concreto, a resistência do concreto reduz de 5% a 7% para cada 1% a mais de porosidade (volume de vazios) devido a um mal adensamento do concreto.

**Como fica a extração de testemunho de um pilar, viga ou laje mal adensada?**

*...teria que medir (ASTM C 642 ) a porosidade no corpo de prova bem moldado e também no testemunho extraído...*



Parã: Paulo Amaral <Paulo.Amaral@paulista1230.com.br>, Jose Augusto Willeman OPR <Jose.Willeman@metodo.com.br>, Luiz Antonio Nascimento Maria OPR <Luiz.Maria@metodo.com.br>, Joao Pedro de Oliveira SIG <Joao.Oliveira2@metodo.com.br>, "Alex Taira de Vasconcellos (alex.vasconcellos@concretophd.com.br)" <alex.vasconcellos@concretophd.com.br>, "Paulo.Helene" <paulo.helene@concretophd.com.br>  
Cc: MauricioWEB <Mauricio.bonetti@ccdi.com.br>, Obra Torre Matarazzo <ObraTorreMatarazzo@paulista1230.com.br>, Henrique Villas Boas OPR <Henrique.Boas@metodo.com.br>

Entendido.

Daqui o Augusto está "apertando os botões" sobre este caso.

Paulo Amaral <[Paulo.Amaral@Paulista1230.com.br](mailto:Paulo.Amaral@Paulista1230.com.br)> escrito:

Mãos à obra e vamos aprimorar a qualidade!

Em tempo, hoje pela manhã, enquanto estávamos no topo do prédio vizinho fotografando a obra, acompanhávamos lá de cima a concretagem do Setor 5, no 6º Pavimento. Concreto e mais concreto e mais concreto estava sendo lançado sem absolutamente nenhum adensamento. Como o Henrique (Método) estava junto, ele ligou no celular do técnico/estagiário que acompanhava o serviço e recomendou que solicitasse imediatamente a utilização de um vibrador naquele trecho grande de viga e laje que estavam sendo concretados. Porém, nesse momento, o pior aconteceu: ao começar a vibrar, a fôrma da viga abriu e desceu todo o concreto. Acredito que ninguém tenha se machucado. A concretagem foi interrompida naquele trecho. E poucos minutos depois percebemos o Sérgio Arbex e o Luciano chegando na laje do 6º Pavimento, mas viram a cena só de longe (nem sei se perceberam o problema que havia acabado de acontecer).





...será que o  
adensamento vai  
ficar bom?!...



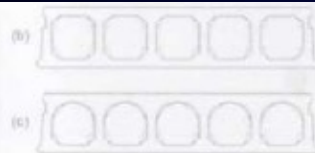


**Coeficientes de correção em função do excesso de poros.  
→ adensamento**

| <b>porcentagem de ar em excesso</b> | <b>fator de correção por compactação deficiente</b> |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>1,0</b>                          | <b>1,08</b>                                         |
| <b>1,5</b>                          | <b>1,13</b>                                         |
| <b>2,0</b>                          | <b>1,18</b>                                         |
| <b>2,5</b>                          | <b>1,23</b>                                         |
| <b>3,0</b>                          | <b>1,28</b>                                         |
| <b>3,5</b>                          | <b>1,33</b>                                         |
| <b>4,0</b>                          | <b>1,39</b>                                         |
| <b>4,5</b>                          | <b>1,45</b>                                         |
| <b>5,0</b>                          | <b>1,51</b>                                         |

*Concrete Society Technical Report N° 11 “Concrete core testing for strength”. Concrete Society, Maio de 1976.*





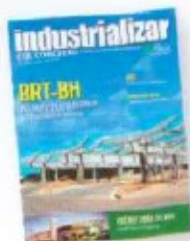
$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{\sigma_m}{10 G S + 2 \sigma_m}$$

$$E_m = 10 G S + 2 \sigma_m$$



Associação Brasileira da Construção  
Industrializada de Concreto

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{\sigma_m}{10 G S + 2 \sigma_m} < 0,15$$



EDIÇÃO ESPECIAL - ARTIGOS TÉCNICOS - 2014-2025

DEZEMBRO DE 2014

# VARIABILIDADE DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO AUTO-ADENSÁVEL EM VIGAS E PILARES PRÉ-MOLDADOS

*Wellington Longuini Repette*

*Daniel Hastenpflug*

*Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Brasil*

## CONCLUSÕES

A variação da resistência à compressão nos pilares foi maior para o concreto convencional vibrado do que para o CAA, particularmente quando foram comparados resistências de testemunhos de concreto das regiões próximas à base com aquelas próximas ao topo dos pilares.

A máxima variação foi de aproximadamente 13% para os CAAs e de 22% para o concreto convencional.

As variações de resistência à compressão nas vigas foram mais expressivas para os CAAs principalmente ao longo do comprimento, diminuindo com o distanciamento da região de lançamento do concreto. Este fato sugere

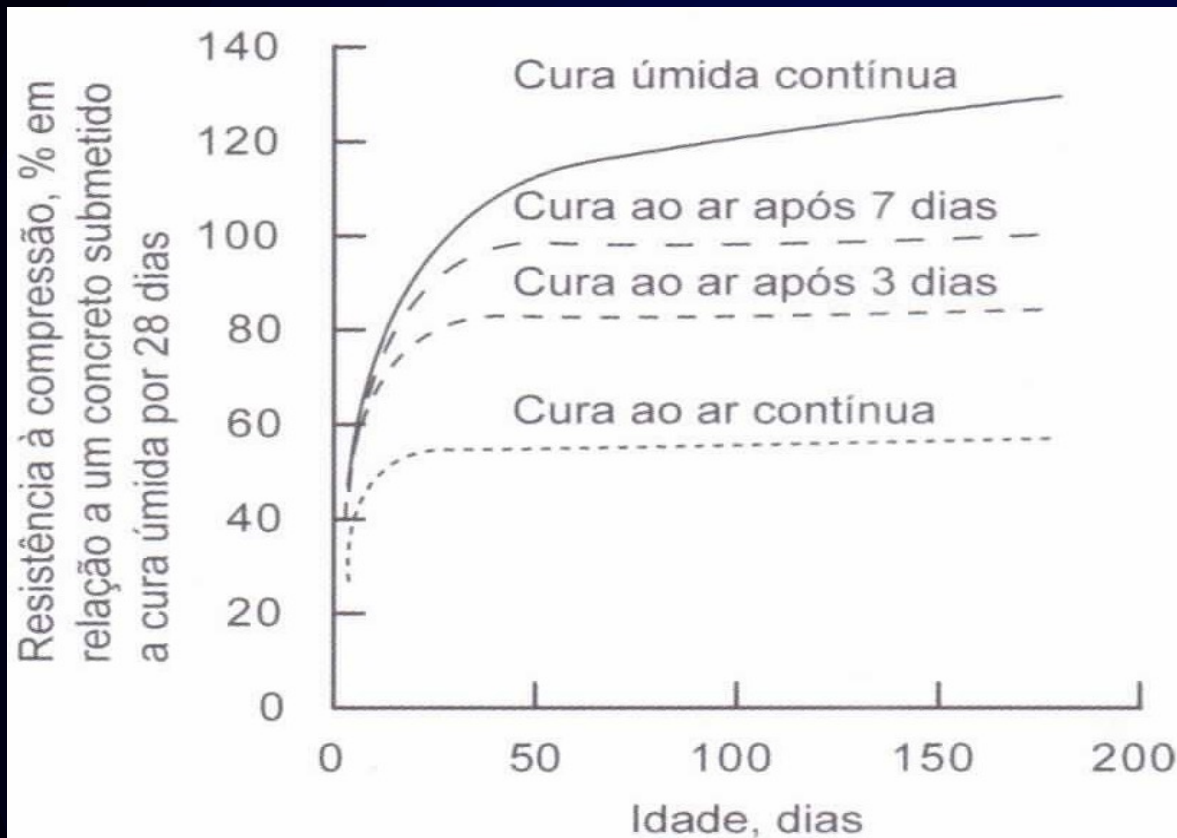
assunto. Dentre outros fatores, a variabilidade do CAA dependerá grandemente da geometria dos elementos estruturais, da taxa e do processo de lançamento do concreto e do tipo de CAA utilizado.

## AGRADECIMENTOS



## Efeito da cura na resistência

cura para  $\Theta = (23 \pm 2)^\circ\text{C}$



**Figura 3-8** Influência das condições de cura sobre a resistência (*Concrete Manual*, 8<sup>th</sup> ed., U.S. Bureau of Reclamation, 1981).

*A idade da cura não trará nenhum benefício para a resistência do concreto, a menos que a cura seja processada na presença de umidade.*

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J. *Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais*. IBRACON. 3<sup>ra</sup> Edição. p. 62. 2008.

# Reflexão







## Control de la resistencia a compresión del concreto: análisis comparativo entre los procedimientos propuestos de por la ABNT, ACI y EN. Estudio de caso

R. Boni<sup>1</sup> , C. Britez<sup>1</sup> , P. Helene<sup>1\*</sup> 

\*Autor de Contacto: [paulo.helene@concretophd.com.br](mailto: paulo.helene@concretophd.com.br)

DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v8i3.303>

Recepción: 16/03/2018 | Aceptación: 19/07/2018 | Publicación: 31/08/2018

### RESUMEN

Se presentan resultados del control de resistencia a compresión del concreto con la normalización brasileña, así como comparaciones con los controles propuestos por ACI 318-14 y EN 206. En Brasil, el control de resistencia a compresión del concreto es conforme la ABNT NBR 12655: 2015. Sin embargo, cuando este control se realiza bajo otras normas, los resultados finales no coinciden, debido a que el procedimiento de muestreo y los criterios de aceptación son distintos. Para este artículo se realizó un estudio de caso real, donde se empleó una dosificación de concreto con  $f_{ck}=40\text{MPa}$ , auto consolidable, producido durante 2 años y 9 meses y aplicado en la estructura de un emprendimiento en la ciudad de São Paulo.

**Palabras clave:** control de la resistencia del concreto; variabilidad de la resistencia a la compresión del hormigón; comparación normas ABNT NBR 12655: 2015 con ACI 318-14 y EN 206.

**Citar como:** R. Boni, C. Britez, P. Helene (2018), “Control de la resistencia a compresión del

# Resumo - frequência dos ensaios

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ABNT NBR 12655:2022</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>a cada 8 m³!!</b></li> </ul>                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>ACI 318-25</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ≥ uma vez por dia de concretagem;</li> <li>• ≥ uma vez por cada 115 m³ de concreto;</li> <li>• ≥ uma vez por cada 465 m² de superfície de lajes ou muros;</li> <li>• dispensado o controle para volumes &lt; 38 m³</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>EN 206-1:2013</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ≥ 3 amostras nos primeiros 50 m³;</li> </ul>                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                            | Produção inicial (até 35 resultados de ensaio disponíveis)                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ≥ 1 amostra a cada 200 m³ ou a cada 3 dias de produção (concreto c/ certificação do controle de produção)</li> <li>• ≥ 1 amostra a cada 150 m³ 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 400 m³ ou a cada 5 dias de produção ou a cada mês (concreto c/ certificação do controle de produção)</li> <li>• ≥ 1 amostra a cada 150 m³ ou a cada dia de produção (concreto s/ certificação do controle de produção)</li> </ul> |



## Resumo – critérios de aceitação

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ABNT NBR 12655:2022 | <ul style="list-style-type: none"><li>• <math>f_{ck,est} \geq f_{ck}</math> (amostragem total)</li></ul>                                                                                                                                                                              |
| ACI 318-25          | <ul style="list-style-type: none"><li>• <math>f_{ci} \geq f_{ck} - 3,5</math> MPa para <math>f_{ck} &lt; 35</math> MPa amostragem total</li><li>• <math>f_{ci} \geq 0,9 * f_{ck}</math> para <math>f_{ck} &gt; 35</math> MPa</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>                                                                           |

# Resumo – testemunhos

**ABNT NBR 6118:2023 e  
NBR 7680-1 :2015**

- $0,85 * f_{cm} < f_{ci,ext} < 1,15 * f_{cm}$
- $f_{ci,ext,seg} = f_{cm,ext} \geq 0,91 * f_{ck}$  → para fins de verificação da segurança
- $f_{ci,ext,pot} \geq 1,00 * f_{ck}$  → valor mais alto do lote → para fins de aceitação do concreto

**ACI 318-25**

- $f_{ci,core} \geq 0,75 * f'_c$
- $f_{cm3,core} \geq 0,85 * f'_c$

**EN 13791: 2019**  
(EN 1992-1-1 e EN 206)

- $f_{c,is,lowest} \geq 0,85 (f_{ck,spec} - 4)$  → para  $f_{ck,spec} > 20$  MPa

# Conclusão

- ✓ O procedimento de controle adotado no Brasil é o mais rigoroso do mundo !  
*...tanto para moldado quanto para extraído...*
- ✓ Com amostragem total conhecemos toda a população em exame ! *Com rastreabilidade e extração por lote conhecemos tudo do lote !* Mais segurança que isso impossível !
- ✓ Para moldados não aceitamos nenhum valor  $f_{ck,est} < f_{ck}$  enquanto mais de 50 países aceitam  $0,9 * f_{ck}$
- ✓ Não aceitamos testemunho com menos de  $0,91 * f_{ck}$  enquanto mais de 50 países aceitam  $0,75 * f_{ck}$
- ✓ *Mas...*



# Conclusão:

- ✓ *Mas...*
- ✓ *...não controlamos nem punimos às más práticas de laboratório...*
- ✓ *Quem ganha com isso:? → Os laboratórios ? Os projetistas ? Os consultores ? As empresas de reforço “desnecessário” ?*
- ✓ *Quem perde com isso: ? O planeta ? A sociedade ? A engenharia brasileira ? As concreteiras ?*

# Conformidade do Concreto

*Consultores, Projetistas, Laboratórios, Gerenciadores, Construtores, Fiscais*

*Ganância*

*Falta de ética*

*Atuação p*

*Mes*

*za*

*rupção*

*Prepotência*

*Ignorância*

*(omissão e despreparo)*

**...não tem boa técnica que resolva !**

**Seminário ASSUNTOS CONTROVERSOS**  
**Coordenador: Prof. Bernardo Tutikian**



**Muito Obrigado !**

