



red prevenir



# A prevenção na seleção e recepção de materiais

Prof. Dr. Marcelo Medeiros

Universidade federal do Paraná (UFPR)

Programa de Pós-graduação em Eng. de Constr. Civil (PPGECC)

1

## INSUMOS (MATERIAIS)

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



2

## Requisitos dos materiais componentes

Helene (2016)



3

## 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, ANBT 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.*



4

## ABNT NBR 12655:2015

### 5.1.1 REQUISITOS PARA OS MATERIAIS COMPONENTES DO CONCRETO

- **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.*



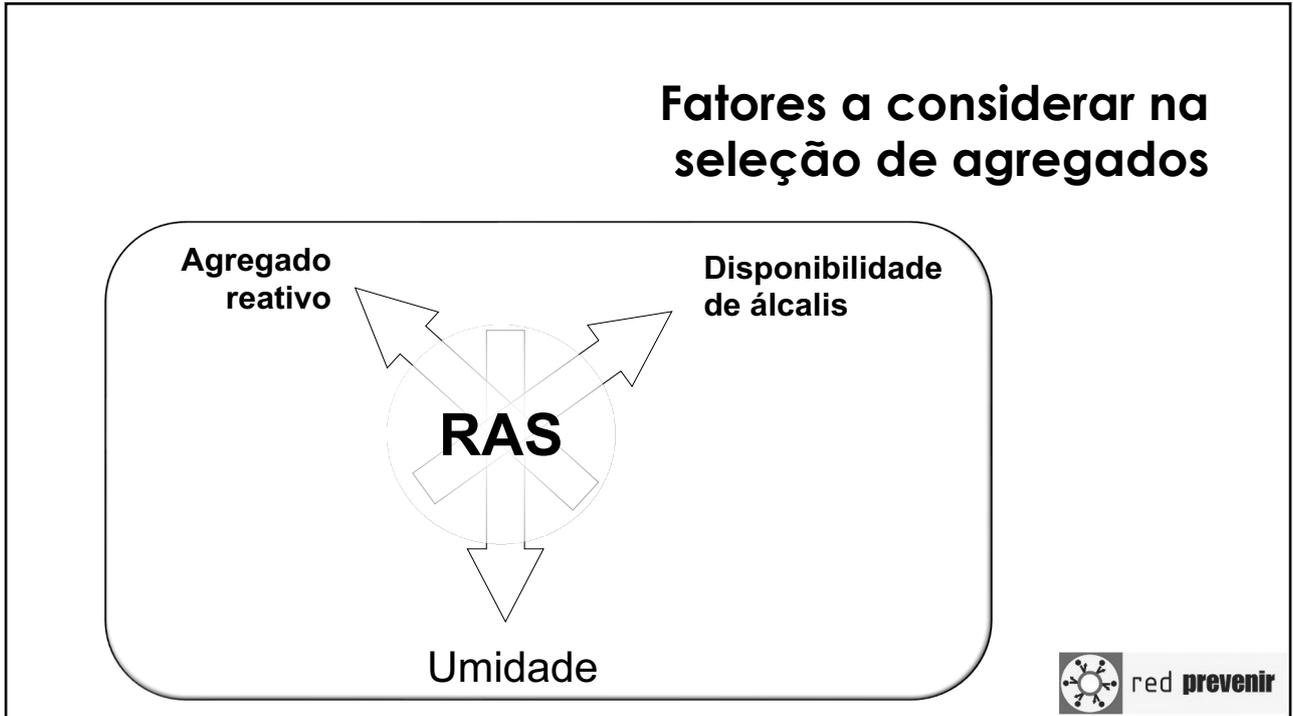
5

## Fatores a considerar na seleção de agregados

**RAA:** reação química entre os **hidróxidos alcalinos** ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ) provenientes da solução intersticial do concreto ( $\text{pH} > 12,4$ ) e certas **fases minerais** presentes nos agregados.



6



7



8

## Fatores a considerar na seleção de agregados



**NBR 15577-3/2008** – Análise petrográfica para verificação da potencialidade reativa de agregados em presença de álcalis do concreto.



9

## Fatores a considerar na seleção de agregados

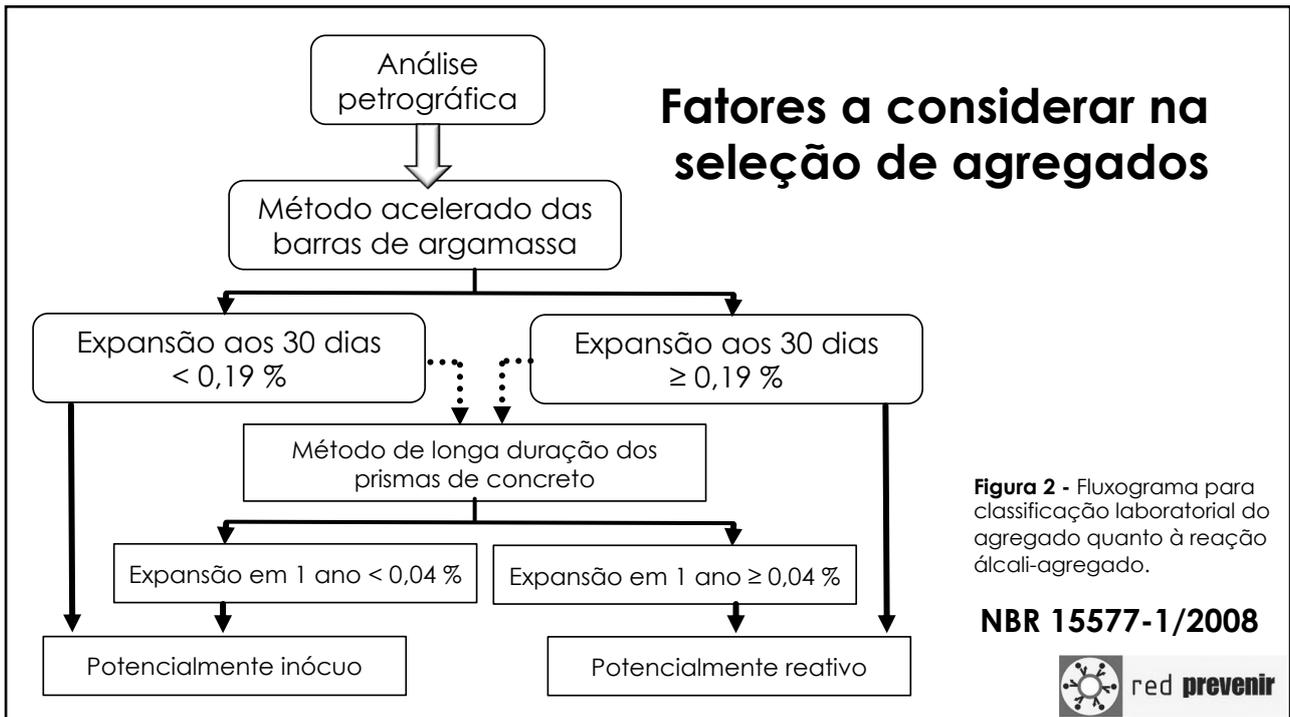
**NBR 15577-2/2008**

**Periodicidade de realização dos ensaios:**

A cada **seis meses** ou **150.000 m<sup>3</sup> de agregados produzidos**, o que ocorrer primeiro, devem ser realizados ensaios de verificação da potencialidade reativa de acordo com o fluxograma da **Figura 2** da NBR 15577-1/2008.



10



11

## Fatores a considerar na seleção de agregados

**NBR 15577-4/2008**

Medeiros (2016)

**Condições severas** (1N NaOH, 80±2°C por "30" dias):

- Barras de argamassa: 25 x 25 x 285 mm.

**Ensaio Acelerado de Barras de Argamassa (AMBT)**

12

NBR 15577-6/2008

## Fatores a considerar na seleção de agregados

### Método de prismas de concreto (CPT)

Prismas de concreto armazenados a  $38 \pm 2$  °C e U.R.  $\geq 95\%$  por um ano (considerado muito longo).

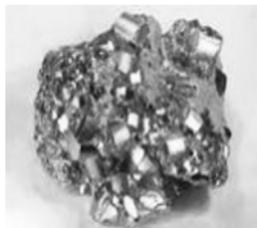


13

## NBR ???

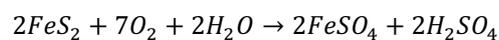
## Fatores a considerar na seleção de agregados

O ataque interno de sulfatos é uma área de estudos relativamente nova. Os estudos específicos começaram a surgir no início dos anos 80 na Europa e América do Norte (KHELIL, 2014).



Fonte: Hawkins (2014).

Estruturas de concreto atacadas internamente por sulfatos: **oxidação do mineral sulfetado.**

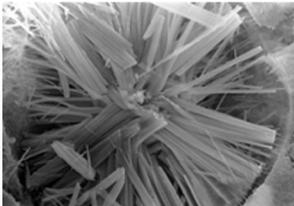


14

# NBR ???

## Fatores a considerar na seleção de agregados

Principais produtos formados devido as reações deletérias, entre os compostos decorrentes do processo de **oxidação dos sulfetos** e os **compostos hidratados da pasta** de cimento, são:



- **Etringita**  
( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ )
- **Gipsita** ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )
- **Taumasita**  
( $\text{CaSiO}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$ )



15

# NBR ???

## Fatores a considerar na seleção de agregados

Goto et al. (2016)

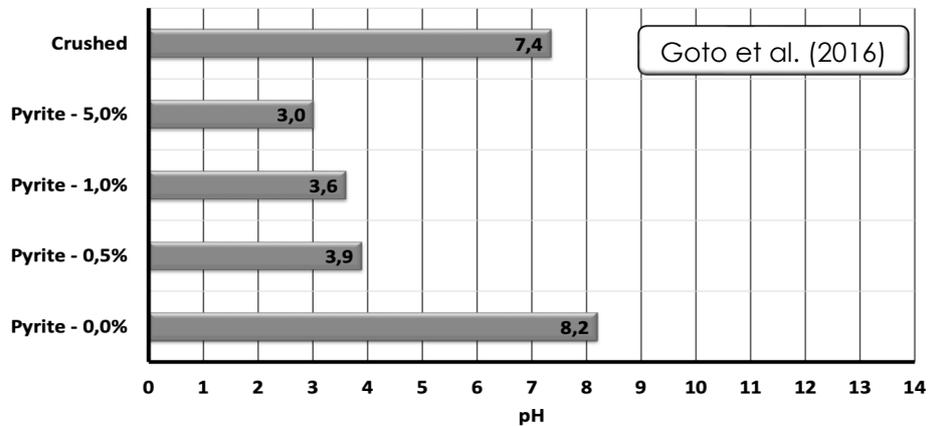
Pesquisa na UFPR



16

# NBR ???

## Fatores a considerar na seleção de agregados



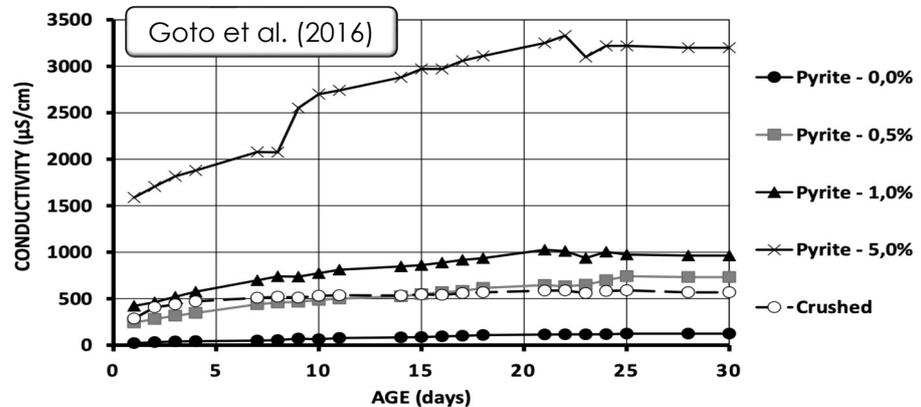
Journal of Building Pathology and Rehabilitation (Springer)  
GOTO et al. (2016)



17

# NBR ???

## Fatores a considerar na seleção de agregados



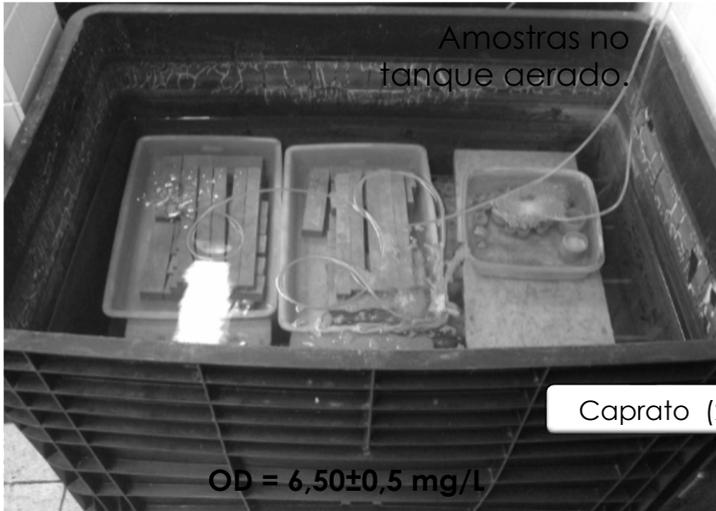
Journal of Building Pathology and Rehabilitation (Springer)  
GOTO et al. (2016)



18

# NBR ???

## Fatores a considerar na seleção de agregados



Caprato (2016)



19

# NBR ???

## Fatores a considerar na seleção de agregados



Caprato (2016)

U.R. = 55±5% T=22±2 °C

OD = 6,50±0,5 mg/L

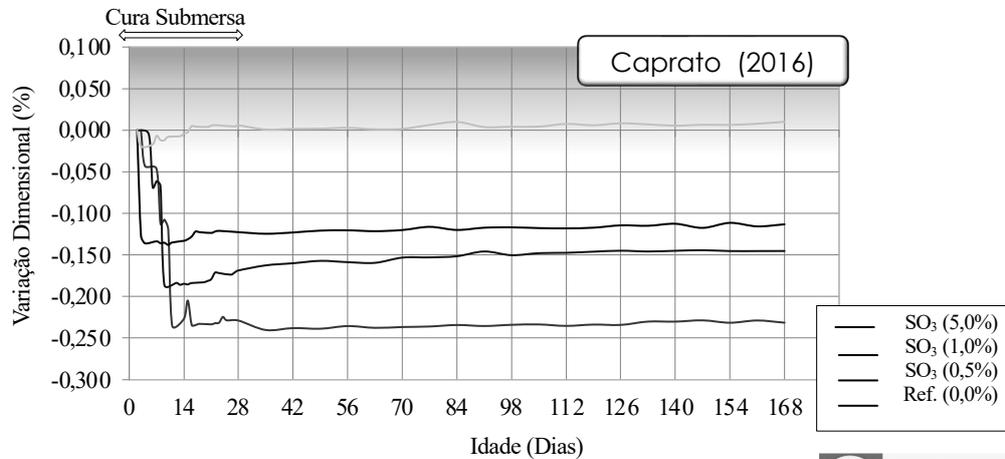
**CAPRARO (2016)**



20

# NBR ???

## Fatores a considerar na seleção de agregados



CAPRARO (2016)



21

Documentos e ensaios	
Cimento	Nota fiscal ou comprovante que ateste a procedência e marca
	Informações da classe
	Ensaio de resistência mecânica à compressão aos 28 dias
	Ensaio pertinentes dependendo do tipo de cimento
Agregados miúdos	Atestado sobre origem regulamentada, através de Decreto de Lavra que comprove que a areia é procedente e foi extraída de local que cumpre as exigências legais relacionadas ao ambiente
	Curva granulométrica
	Massa específica
	Massa unitária
	Determinação de torrões de argila e materiais friáveis
	Determinação de impurezas orgânicas
	Determinação de material pulverulento
	Determinação de reatividade álcali-agregado (RAA)
Agregados graúdos	Atestado sobre origem regulamentada, através de Decreto de Lavra que comprove que a brita é procedente e foi extraída de local que cumpre as exigências legais relacionadas ao ambiente
	Curva granulométrica
	Massa específica
	Massa unitária
	Determinação de torrões de argila e materiais friáveis
	Determinação de material pulverulento
Determinação de reatividade álcali-agregado (RAA)	
Certificado de Análise do aditivo	
Caracterização de água destinada a preparação do concreto	

22



23



24

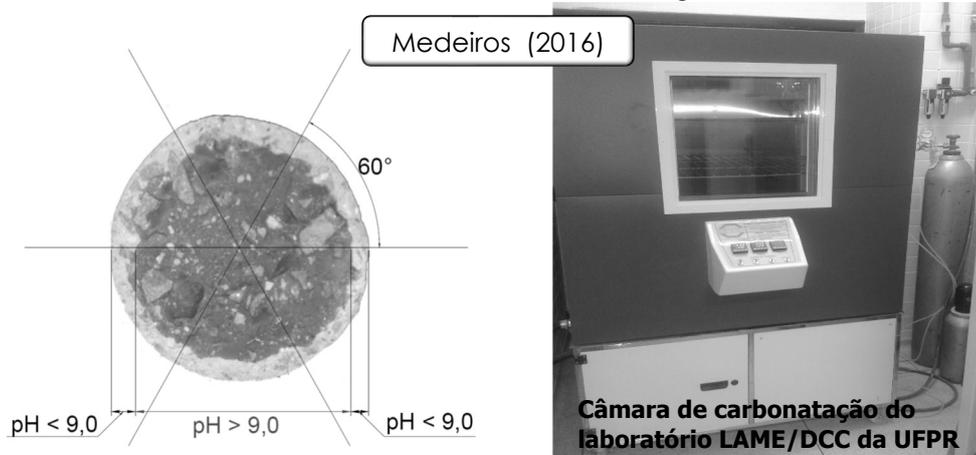
## Fatores a considerar na seleção do cimento

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

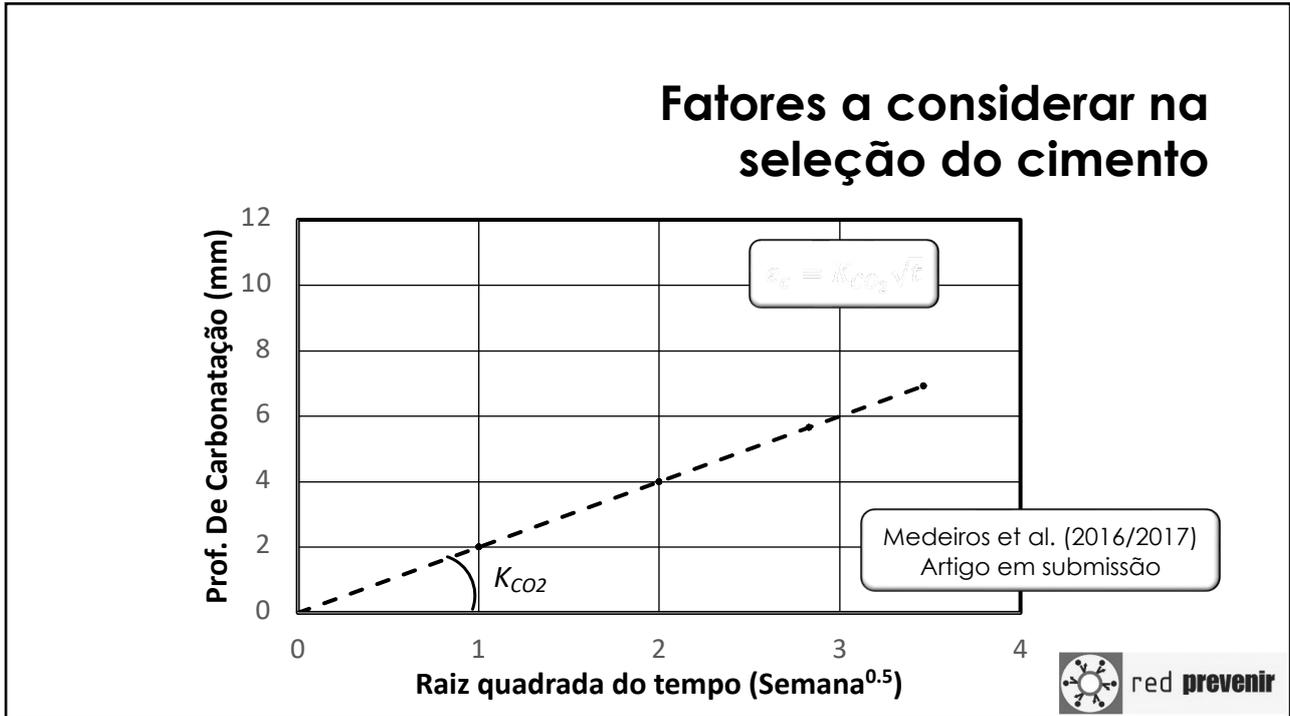


25

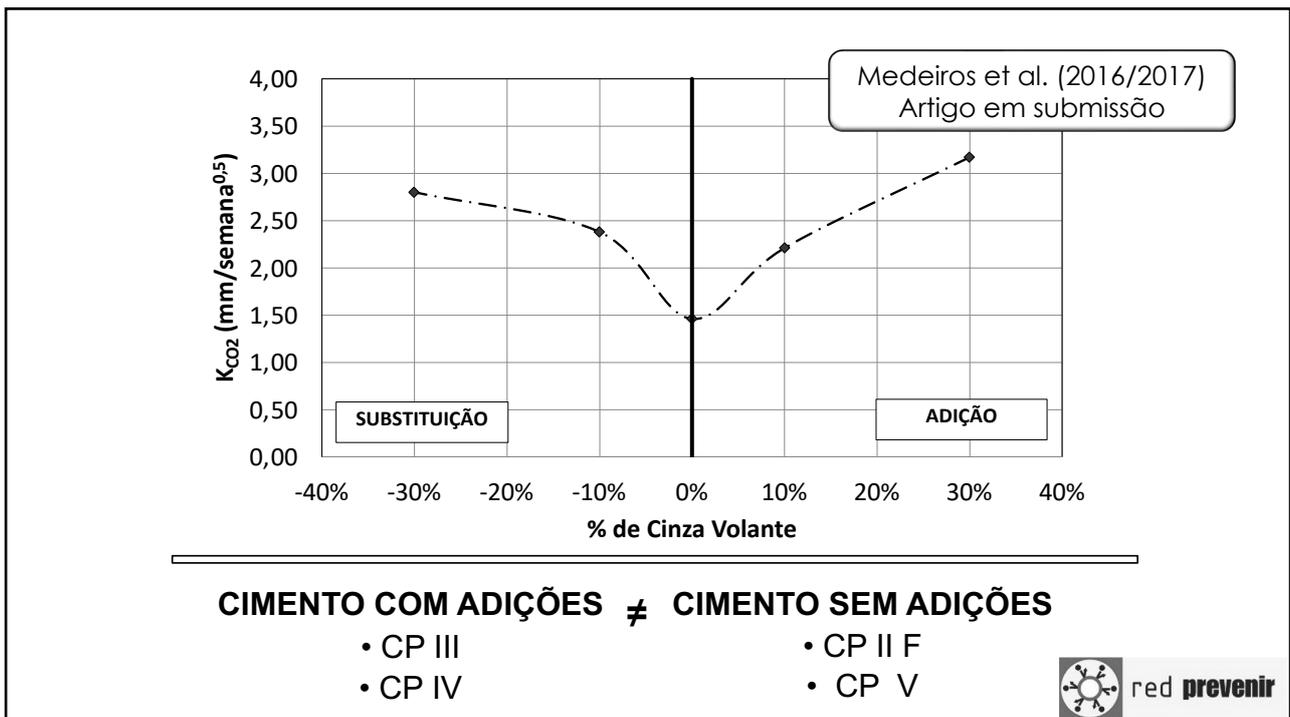
## Fatores a considerar na seleção do cimento



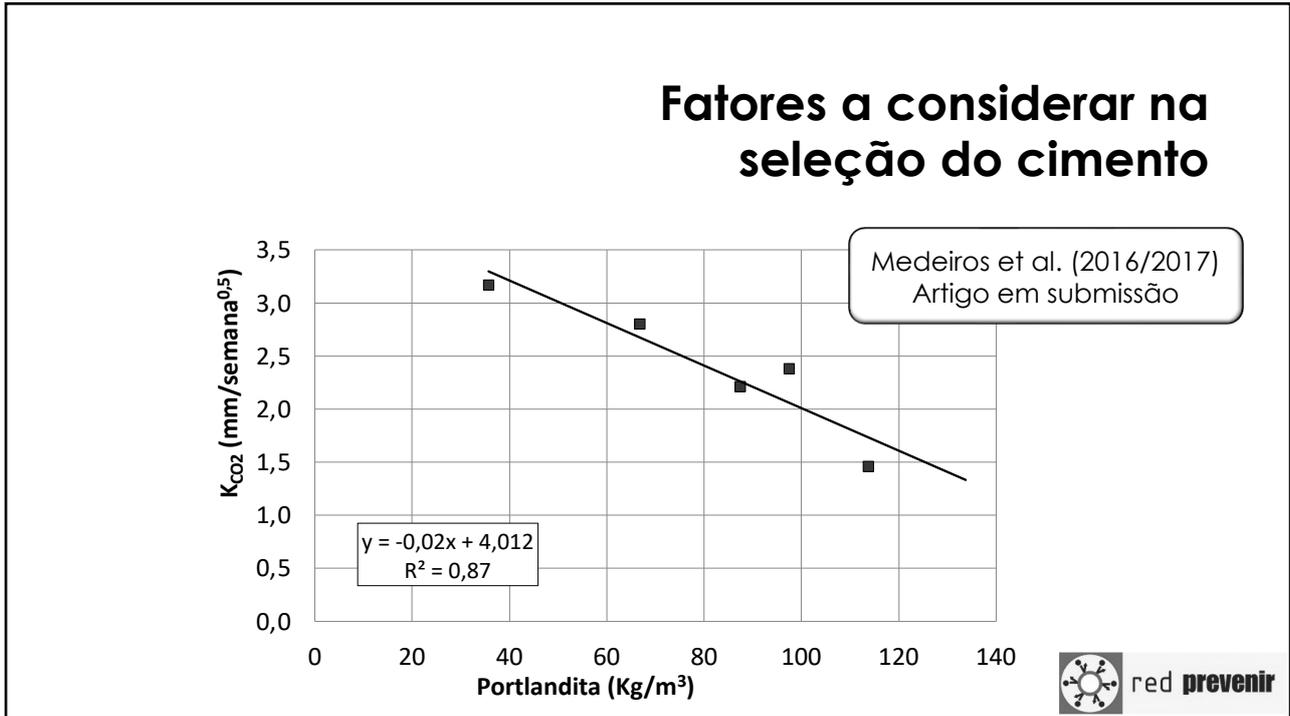
26



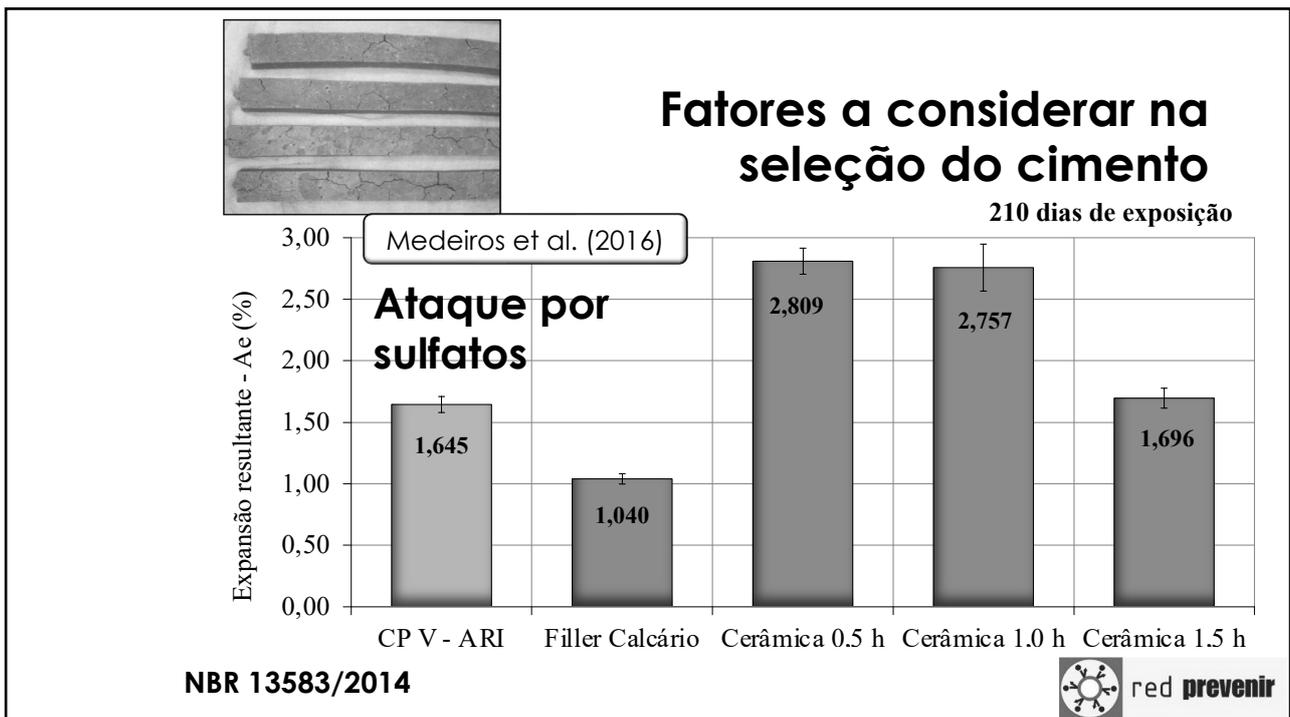
27



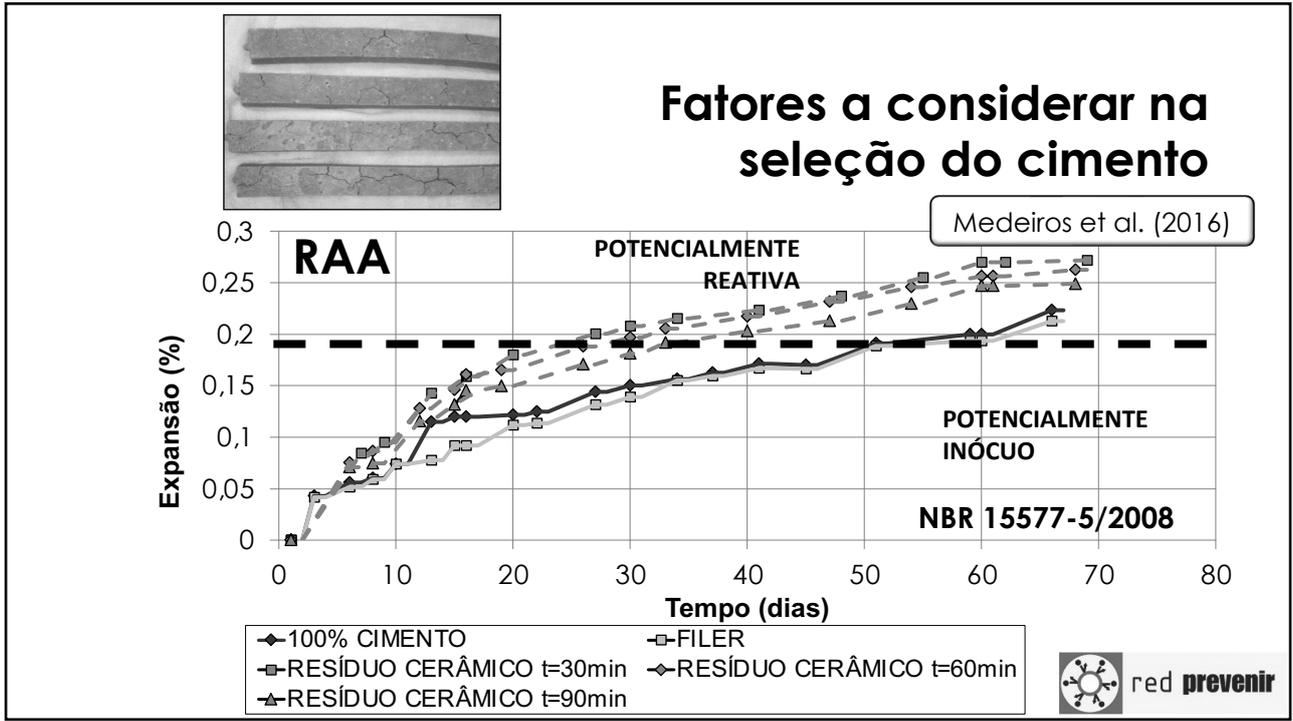
28



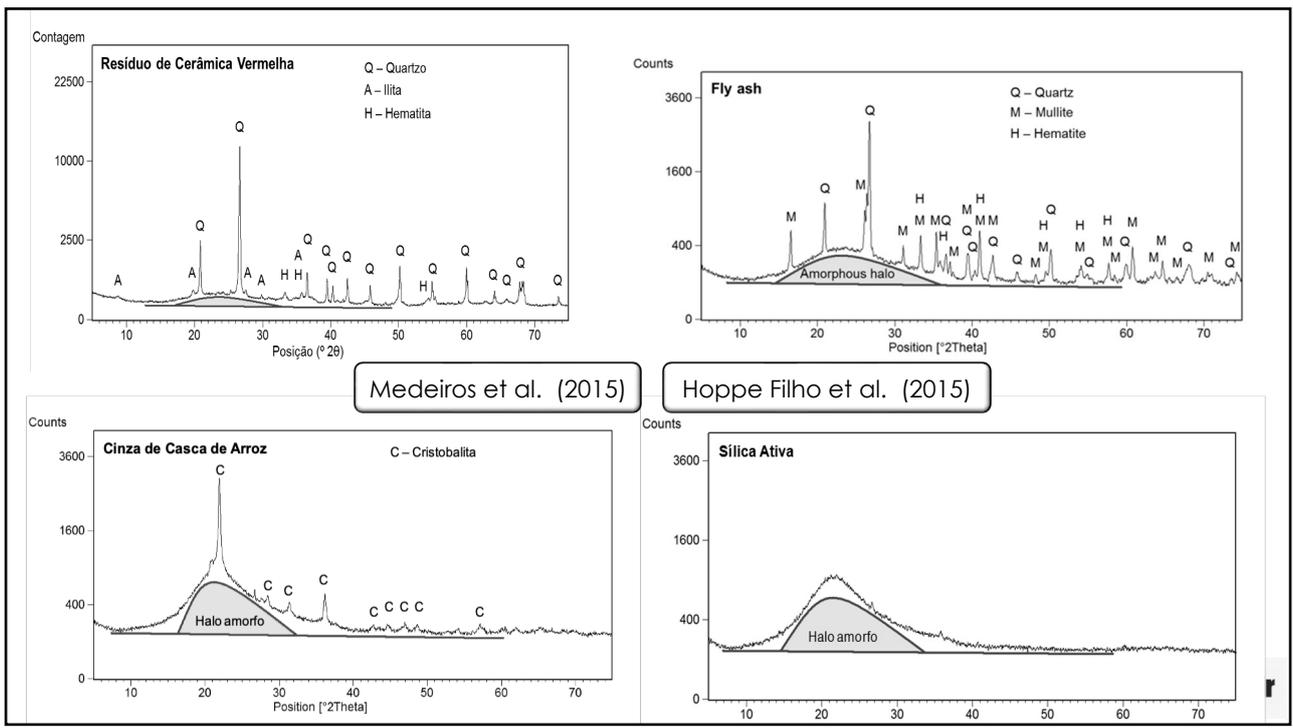
29



30



31



32

## **Aprendizado:**

- A introdução de um novo material no mercado precisa ser estudada sistematicamente.
- Pode dar certo para a resistência, mas não exatamente para a durabilidade.



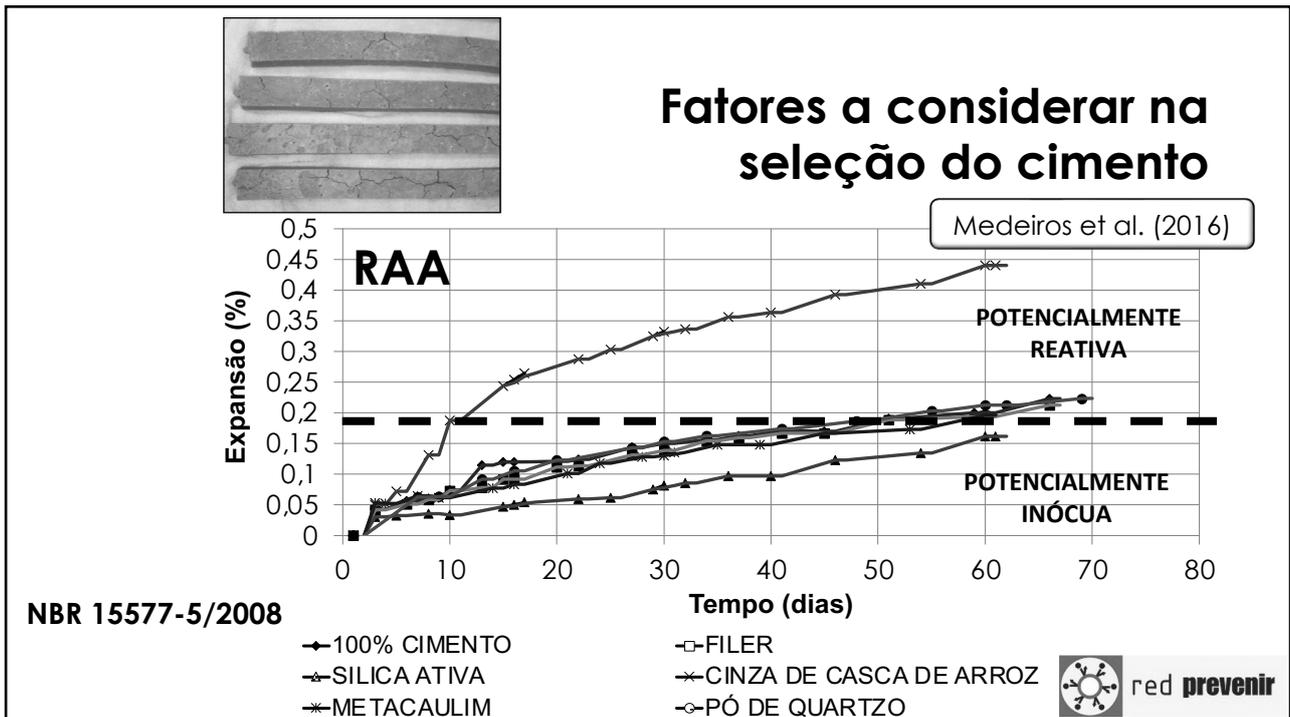
33

## **O que sabemos hoje para RAA?**

- Coloque uma pozolana para mitigar a RAA.
- Quanto mais reativa, melhor.



34



35

### Aprendizado:

- Cuidado com a generalização de conceitos.
- Nem tudo que parece é verdade.

TODOS VÊM O QUE VOCÊ PARECE SER...



...MAS POLICOS SABEM O QUE VOCÊ REALMENTE É.  
(NICOLAU MAQUIAVEL)



36

## Fatores a considerar no armazenamento do cimento

# Nanotecnologia





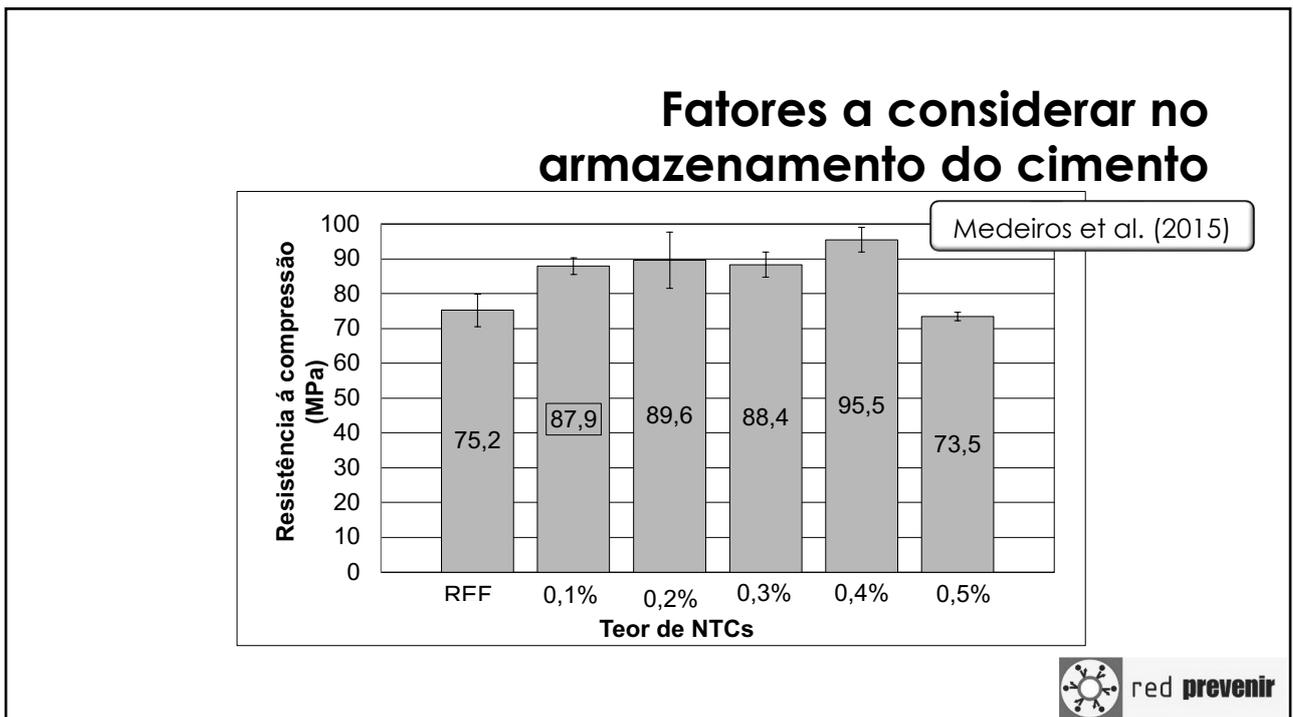
Medeiros et al. (2015)

Nanotubos de carbono

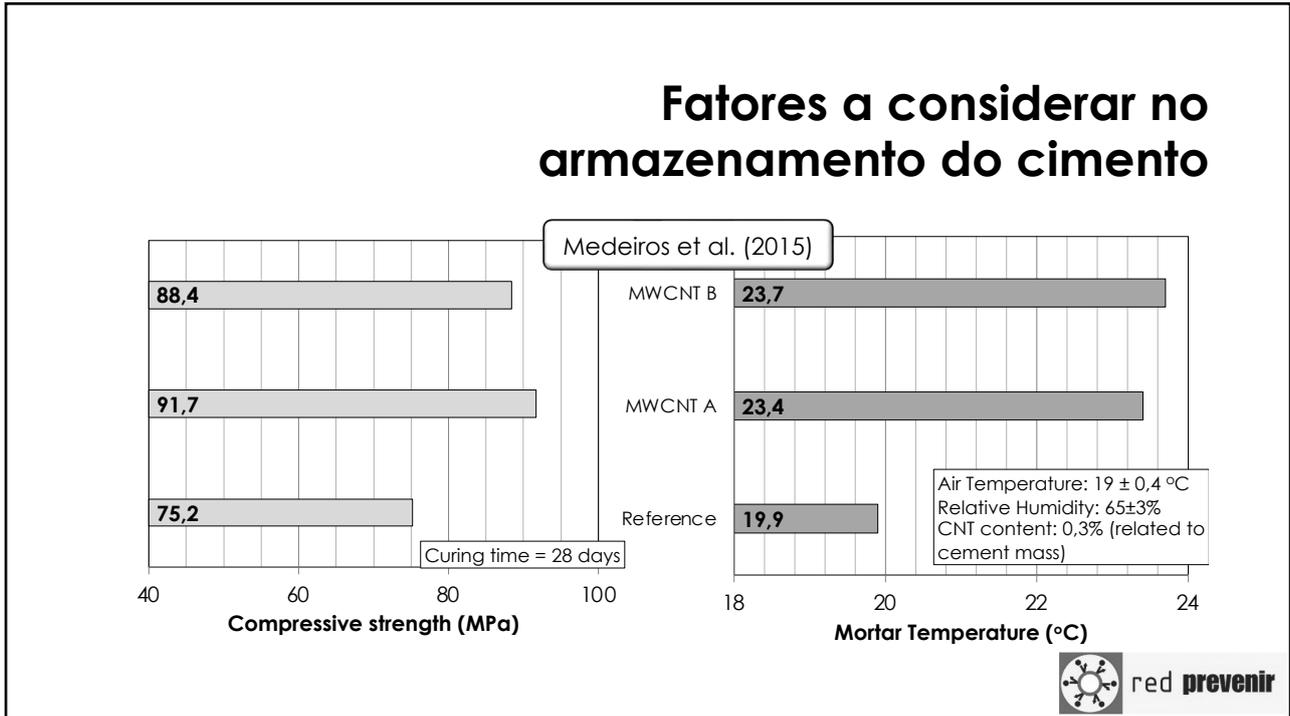




37



38



39

### Fatores a considerar no armazenamento do cimento

- ▀ **CIMENTO**  
**Local:** ambiente fechado e isento de umidade.  
**Prazo:** máximo 30 dias.

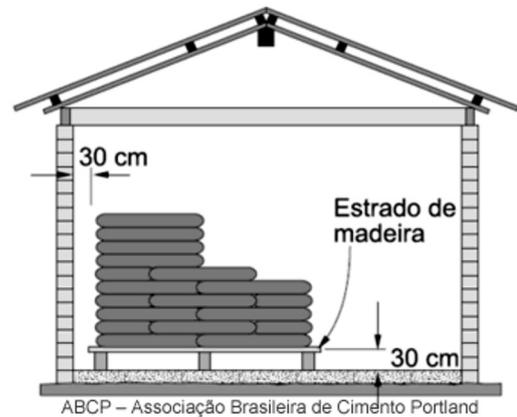
red prevenir

40

## Fatores a considerar no armazenamento do cimento

### ■ CIMENTO

**Orientações:** sobre estrados de madeira com os sacos isolados do piso e afastados 30 cm das paredes, em pilhas com no máximo dez sacos. Forrar para evitar a umidade do solo.



41

## Fatores a considerar no armazenamento do cimento



X



42

## Fatores a considerar no armazenamento do cimento



43

## Fatores a considerar no armazenamento do cimento



44

**NBR NM 15900:2009 ÁGUA PARA PREPARO DO CONCRETO**

Água do rio?

Água do mar?

Águas analisadas?

OK

45

**Fatores a considerar no armazenamento do aço**

6

7

red prevenir

46

## Fatores a considerar no armazenamento do aço

- **Local:** lugar seco e protegido de intempéries. Podem ser armazenados em prateleiras, cavaletes ou empilhados no piso. O aço deve ficar em pilhas organizadas conforme a bitola. Para a separação das pilhas de aço devem ser utilizadas estacas de madeira em vez de perfis metálicos.
- **Prazo:** não devem ficar expostos a céu aberto por mais de 90 dias.



47

## Fatores a considerar no armazenamento do aço



48

## Fatores a considerar no armazenamento do aço



Medeiros (2016)



49

## Fatores a considerar no armazenamento do aço



50

Como inspecionar e qualificar uma  
concreteira

## CENTRAL DE CONCRETO

*ABNT NBR 7212:2012*

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



51

Como inspecionar e qualificar uma  
concreteira

**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.*



52

## Como inspecionar e qualificar uma concreteira

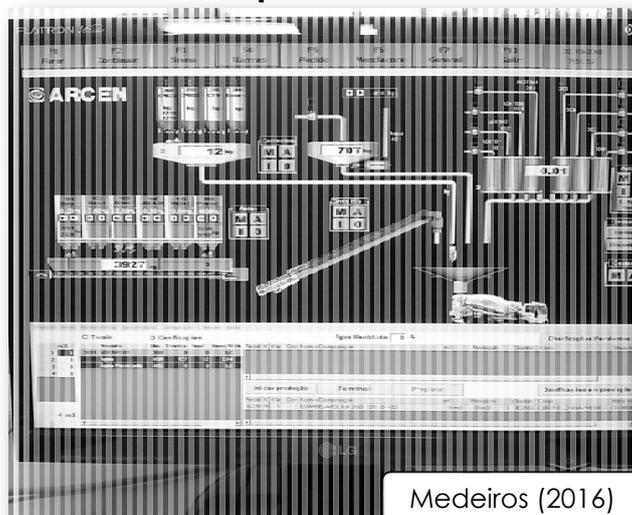
Como é feito o controle tecnológico do concreto?



53

## Como é o Processo de Produção?

- O processo é computadorizado



54

## Como é o Processo de Produção?

- O processo é computadorizado
- Dosagem em massa?



Medeiros (2016)



55

## Como é o Processo de Produção?



Helene (2016)



56

## Como é o Processo de Produção?

balança utilizada na aferição da massa da sílica e do gelo

Helene (2016)



Visita em  
Abril/2015!



57

## Como é o Processo de Produção?

Umidade da areia?



Medeiros (2016)

58

## Como é o Processo de Produção?

**$f_{ck} = 20MPa$**

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

$$\mu = 3\%$$

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

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

$$\mu = 5\%$$

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

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

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

$$\mu = 3\%$$

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

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

$$\mu = 5\%$$

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

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

**$f_{ck} = 50MPa$**

**Exemplo**



59

## Como é o Processo de Produção?



Resistência à  
 compressão é  
 controlada pela  
 empresa (Usina)?



60

## Como é o Processo de Produção?



61

## Como é o Processo de Produção?



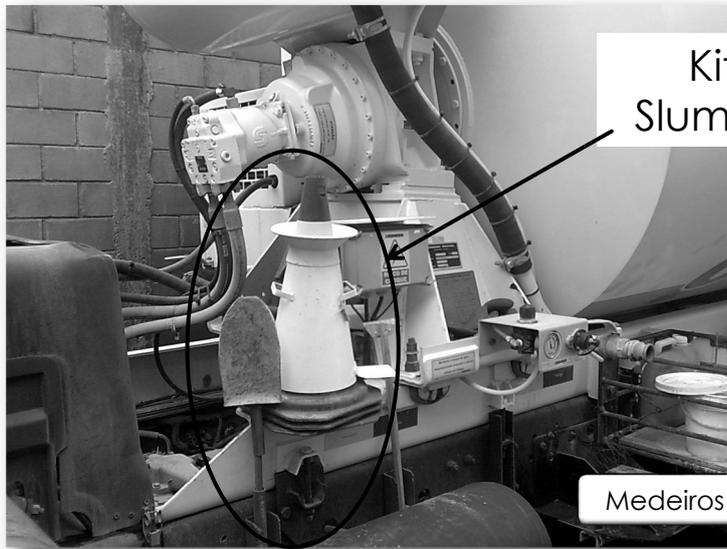
(Concrebras)

Volume	Pressão no manômetro							
	Slump Test (abatimento cm)							
	6	8	10	12	14	16	18	20
4 m <sup>3</sup>	205	170	150	130	120	110	100	95
5 m <sup>3</sup>	210	175	155	135	125	115	105	100
6 m <sup>3</sup>	215	180	160	140	130	120	110	105
7 m <sup>3</sup>	215	185	160	145	135	125	115	110
8 m <sup>3</sup>	220	190	165	150	140	130	120	115



62

## Como é o Processo de Produção?



Medeiros (2016)



63

## Como é o Processo de Produção?



Medeiros (2016)



64

## Como é o Processo de Produção?

Helene (2016)



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



65

## Como é o Processo de Produção?

### **A usina fornece condições para conferencia do concreto recebido?**

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



66

## Como é o Processo de Produção?



Comparar o número do lacre com o especificado na nota fiscal



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



67

## Como inspecionar e qualificar uma concreteira

Como é feito o controle tecnológico do concreto?

Helene (2016)



68

## Como inspecionar e qualificar uma concreteira

Helene (2016)

Como é feito o controle tecnológico do concreto?



69

## Como inspecionar e qualificar uma concreteira

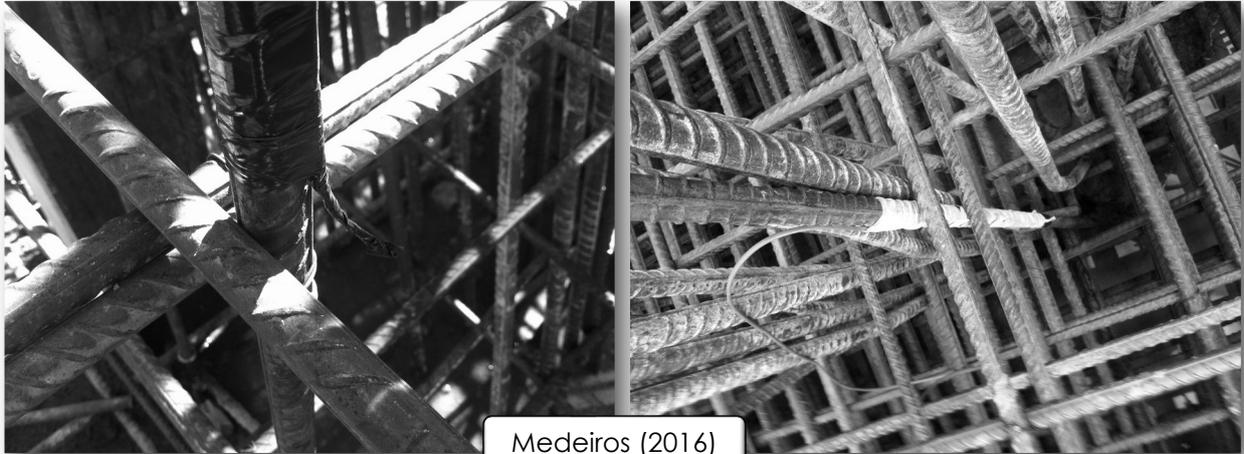
Helene (2016)

Como é feito o controle tecnológico do concreto?



70

## Como inspecionar e qualificar uma concreteira



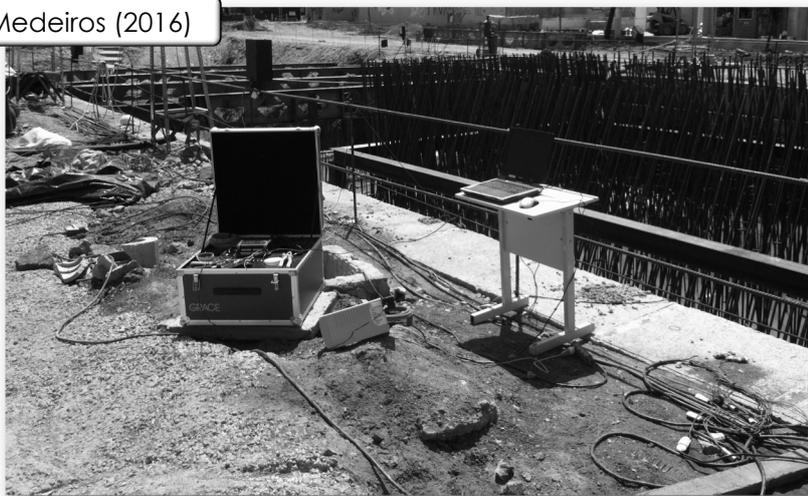
Medeiros (2016)



71

## Como inspecionar e qualificar uma concreteira

Medeiros (2016)



72

## Como inspecionar e qualificar uma concreteira

Volume Total : 1992 m<sup>3</sup>

fck : 40 MPa

CP IV

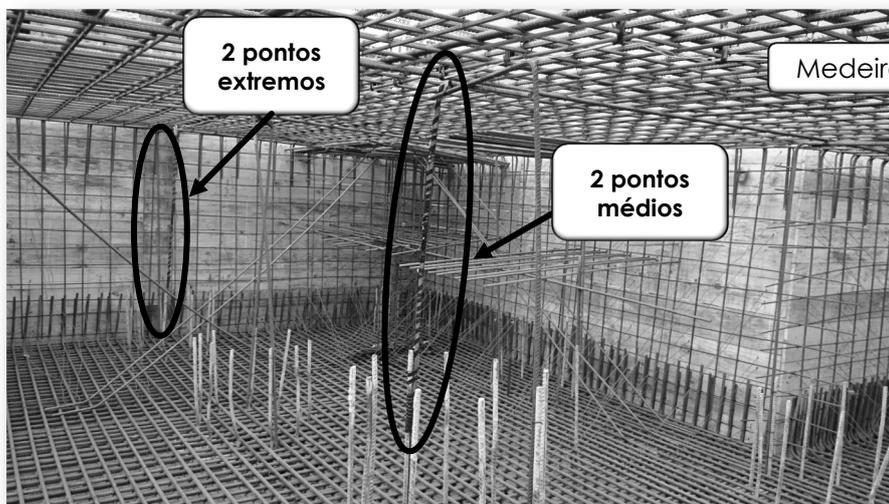


Medeiros (2016)



73

## Como inspecionar e qualificar uma concreteira



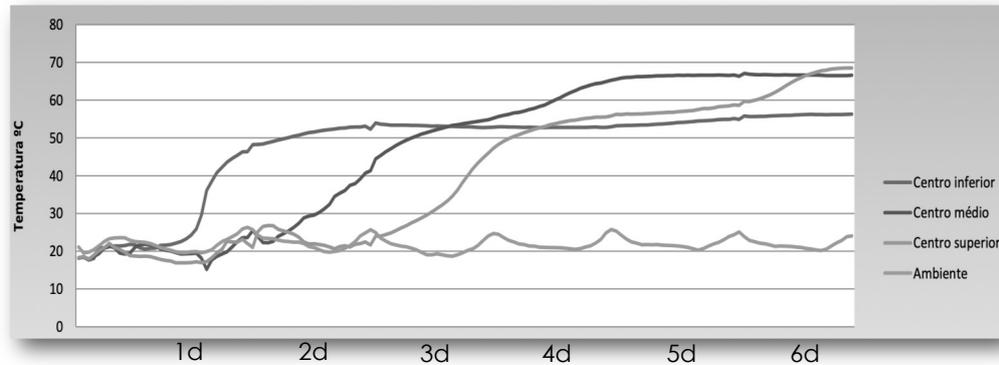
Medeiros (2016)



74

## Como inspecionar e qualificar uma concreteira

Temperatura de formação da etringita secundária 80°C (Karen Scrivener);

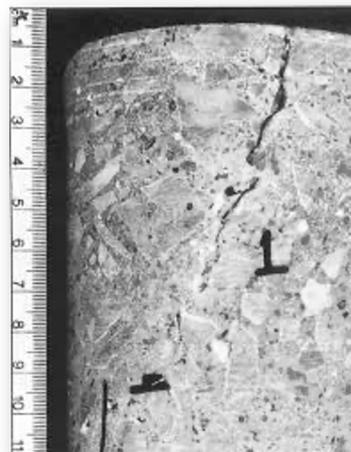


75

## Como inspecionar e qualificar uma concreteira

### PREVENIR O QUE?

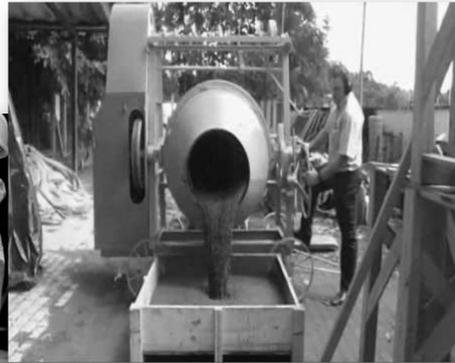
Temperatura de formação da etringita secundária 80°C (Karen Scrivener);



76

## Como e quando fazer um estudo de dosagem?

Sempre!!!



77

## Como e quando fazer um estudo de dosagem?

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



78

## Como e quando fazer um estudo de dosagem?

### ***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>.



79

### Estudo de dosagem experimental do concreto



Helene (2016)

## Como e quando fazer um estudo de dosagem?



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



80

## Como e quando fazer um estudo de dosagem?

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:

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

onde:

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

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

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



81

## Como e quando fazer um estudo de dosagem?

### Condições de preparo

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

prevenir

82

## Como e quando fazer um estudo de dosagem?

### **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



83

## Como e quando fazer um estudo de dosagem?

### **Ajuste e comprovação do traço**



**evento  
protótipo**

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



84

## Como e quando fazer um estudo de dosagem?

Exemplo - obtenção de  $f_{cm,j}$

condição de preparo: A

$f_{ck}$		$f_{cm,j} = f_{ck,j} + 1,65 \times s_{d,j}$	CV
20 MPa	→	$f_{cm,j} = 20 + 1,65 \times 4 = 26,6$ MPa	15%
30 MPa	→	$f_{cm,j} = 30 + 1,65 \times 4 = 36,6$ MPa	10%
50 MPa	→	$f_{cm,j} = 50 + 1,65 \times 4 = 56,6$ MPa	7%

*...e quando a amostragem é total?*



85

## Como e quando fazer um estudo de dosagem?

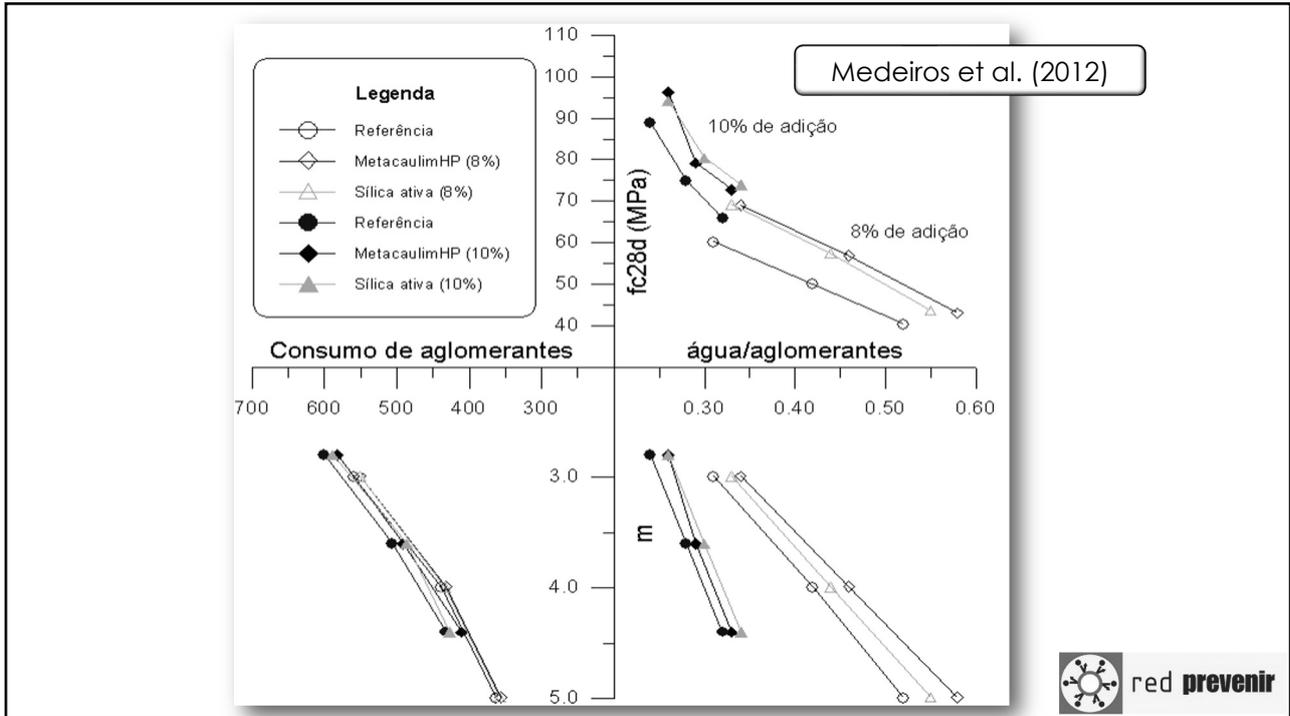
Exemplo - obtenção de  $f_{cm,j}$

condição de preparo: A

$f_{ck}$		$f_{cm,j} = f_{ck,j} + 1,65 \times s_{d,j}$	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% !!!!



86



87

## Como e quando fazer um estudo de dosagem

### ► Robustez



Parâmetros	fck	
	20	45
a/c	0,753	0,422
Cimento (kg)	238	436
Água (l)	179	184
Brita (kg)	981	1018
Areia (kg)	954	298
Aditivo (0,9%) (kg)	2,139	3,864
Teor de Argamassa (%)	54,8	52,0
Traço unitário	1 : 4,01 : 4,12	1 : 1,60 : 2,33



88

## Como e quando fazer um estudo de dosagem

### ► Robustez



Concreto Ecoeficiente

Pesquisadores da USP desenvolvem cimento ecoeficiente

03 de maio de 2013



89

## Como e quando fazer um estudo de dosagem

### ► Robustez

Concreto Ecoeficiente

“Atualmente, o teor de *filler* no cimento comercializado no mundo é de 6% e, no Brasil chega, no máximo, a 10%. Já **na Europa**, em algumas situações, **uma tonelada de cimento tem 700 quilos de clínquer e 300 quilos de *filler*** [*incluindo outros tipos de *filler*, além do de calcário cru*]”, comparou Bruno Damineli, um dos autores da pesquisa e que realiza pós-doutorado na Poli no âmbito do projeto.



90

## Como e quando fazer um estudo de dosagem

### ► Robustez

Concreto Ecoeficiente

“Demonstramos que é possível **inverter** essa composição e produzir uma tonelada de cimento com **300 quilos de clínquer e 700 quilos de pó de calcário**”, disse.



91

## Como e quando fazer um estudo de dosagem

### ► Robustez

Concreto Ecoeficiente

# E a robustez?



92

## Como e quando fazer um estudo de dosagem

### ► Robustez

Parâmetros	fck	
	20	45
a/c	0,753	0,422
Cimento (kg)	238	436
Água (l)	179	184
Brita (kg)	981	1018
Areia (kg)	954	298
Aditivo (0,9%) (kg)	2,139	3,864
Teor de Argamassa (%)	54,8	52,0
Traço unitário	1 : 4,01 : 4,12	1 : 1,60 : 2,33

Concreto  
Ecoeficiente

305 KG DE FÍLER

131 KG DE CLINQUER



93

## Como especificar e contratar concreto de concreteiras

- ❑ O índice de consumo de cimento ( $bi$ ), mede a quantidade total do cimento necessária para entregar um 1 MPa de resistência:

$$bi = \frac{\text{Quantidade de cimento } \frac{kg}{m^3}}{\text{Unidade de desempenho } (fc - MPa)}$$

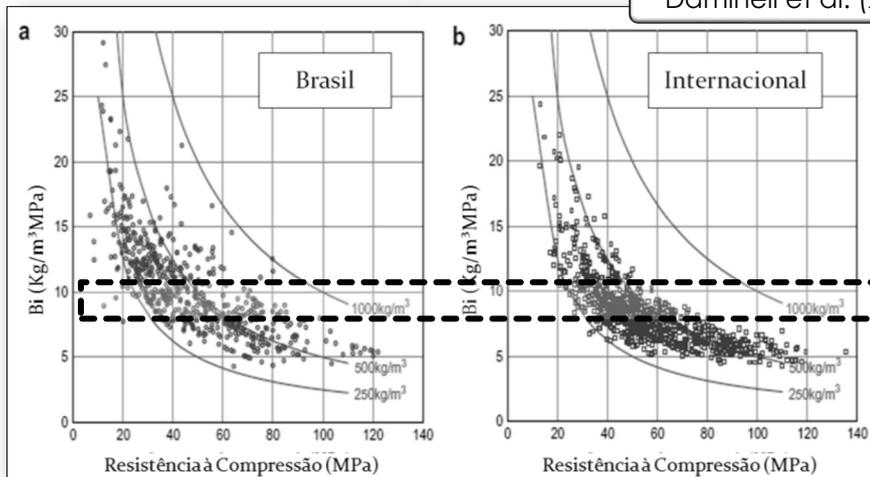
- ❑ Concreteiras usam o  $bi$  para medir desempenho econômico.



94

## Intensidade de Cimento - bi

Damineli et al. (2010)



Dados de uma concreiteira em Curitiba

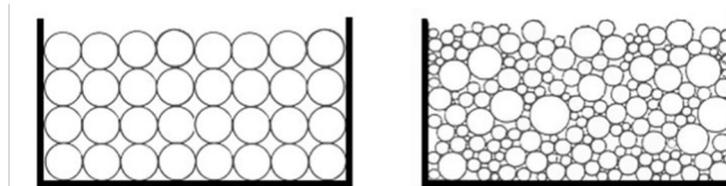
Resistência à compressão aos 28 dias.



95

## Intensidade de Cimento - bi

- Os menores  $b_i$  estão ligados à **melhor empacotamento** dos agregados, **superplastificantes** e uma combinação de relações **a/c baixas** com teor de **10% de sílica**;

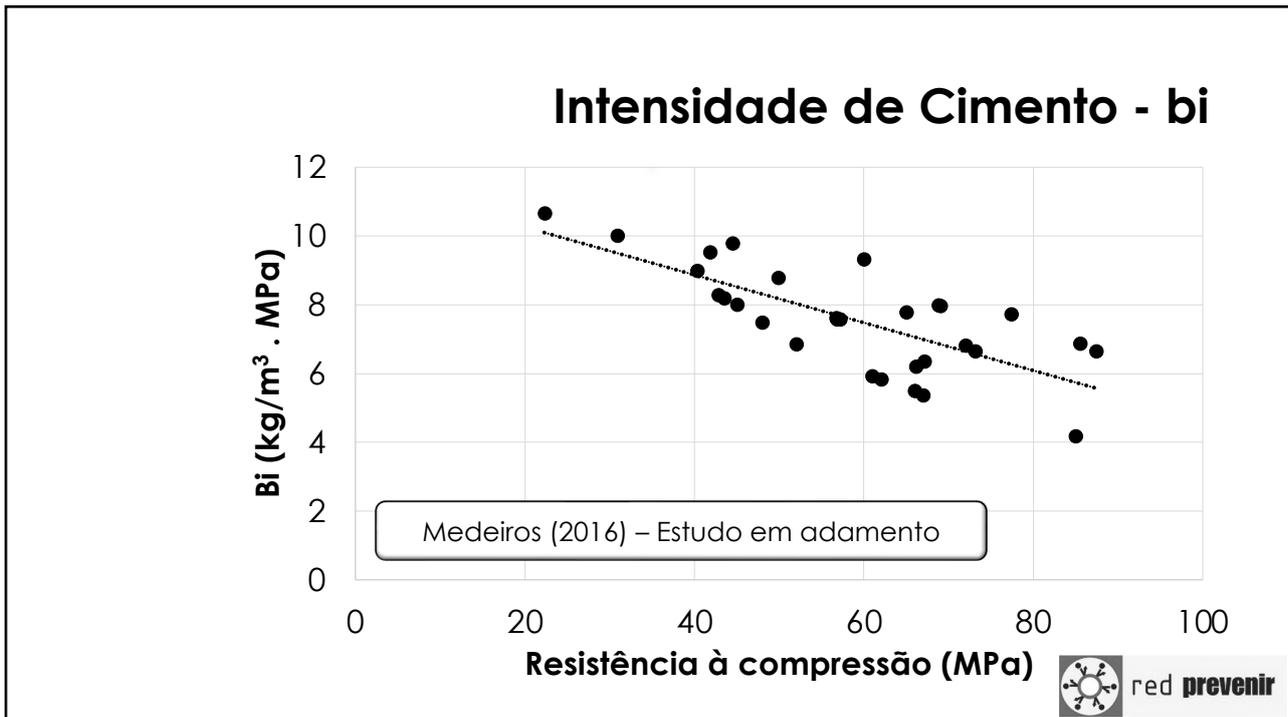


- 5 kg/m<sup>3</sup>MPa como uma meta viável para  $f_{c28d} < 50$  MPa.

Damineli et al. (2010)



96



97

### Intensidade de CO<sub>2</sub> - Ci

- ❑ O aquecimento global é uma das grandes preocupações da indústria do concreto;
- ❑ É importante desenvolver um indicador que permite comparar concretos em termos de emissões de CO<sub>2</sub>.




98

## Intensidade de CO<sub>2</sub> - Ci

- ❑ Indicador de intensidade de CO<sub>2</sub> (Ci): quantidade de CO<sub>2</sub> emitida para entregar uma unidade de desempenho;

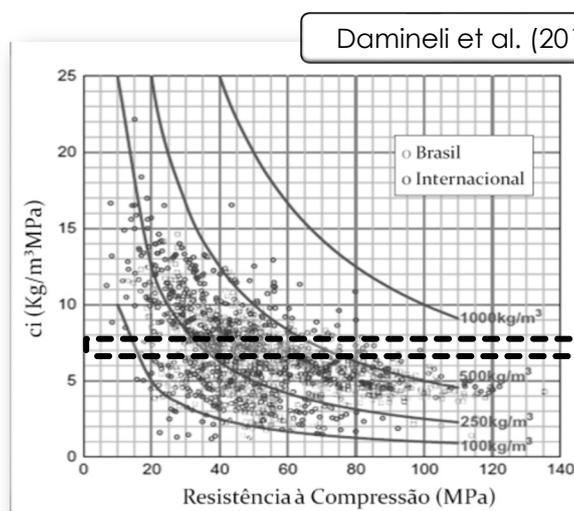
$$Ci = \frac{\text{Total de CO}_2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{\text{Unidade de desempenho (} f_c \text{ -MPa)}}$$

- Há bancos de dados que apresentam média de emissões de CO<sub>2</sub> provenientes da produção de cimento.



99

## Intensidade de CO<sub>2</sub> - Ci



- ❑ Intensidade mínima de cerca de 1,5 Kg/m<sup>3</sup>MPa, para todas as resistências.

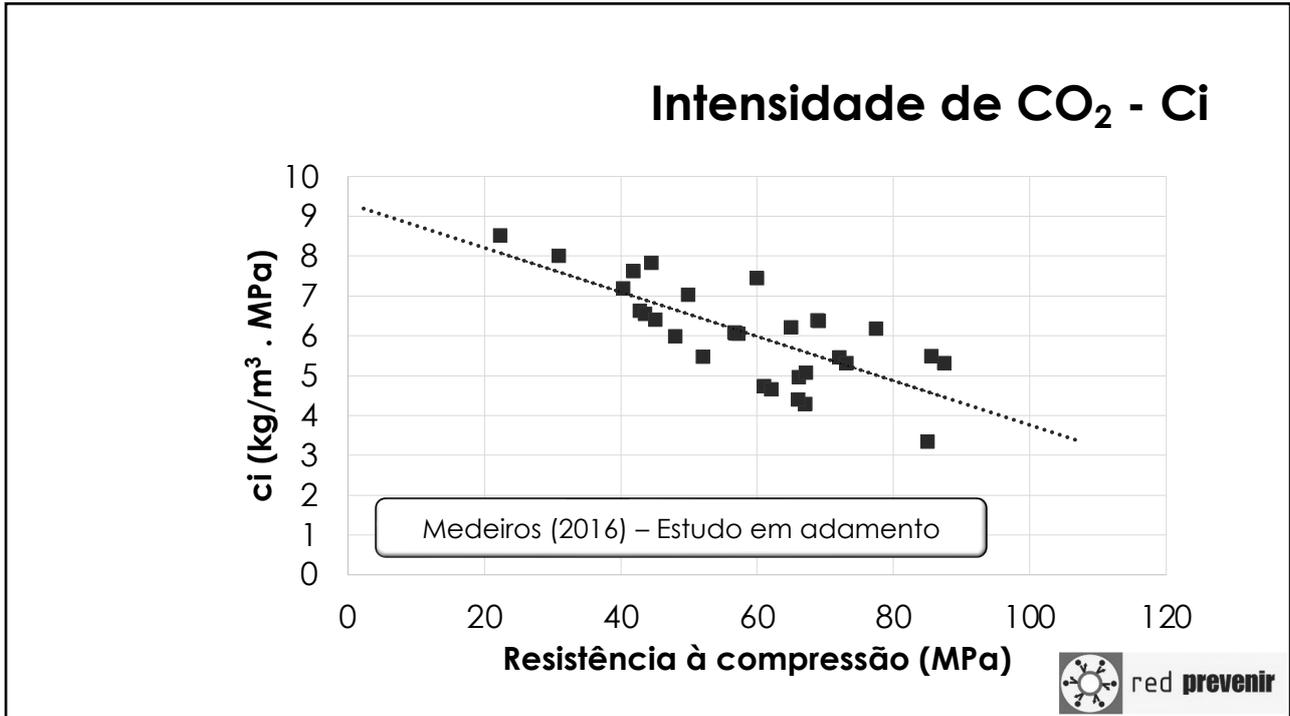
Dados de uma  
concreteira em Curitiba

Figura: Intensidade de  
CO<sub>2</sub> vs Resistência aos  
28 dias.

Damineli et al. (2010)



100



101

## PREVENIR: parâmetros de durabilidade?

**Resistência**

**=**  
**ou**  
**≠**

**Durabilidade**

?

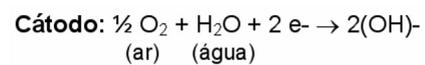
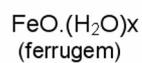
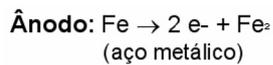
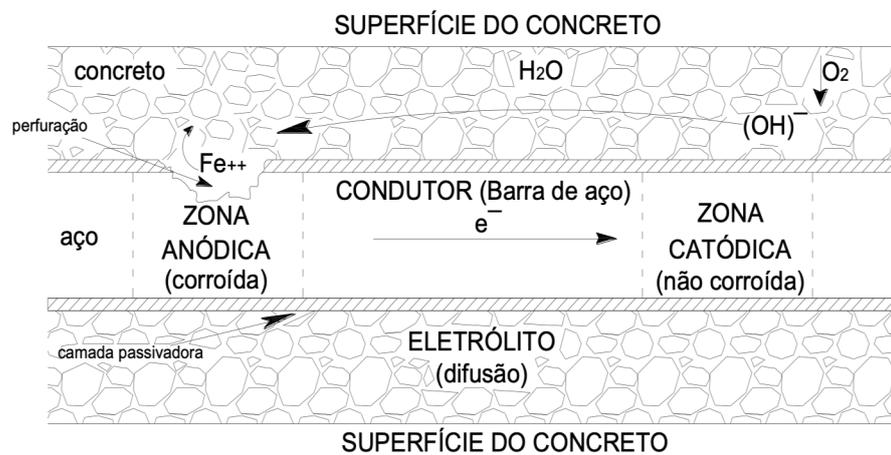
102

**PREVENIR: parâmetros de durabilidade?**

**Nem sempre é assim!!!**



103



(Adaptação de P.Helene, 1986)



104

## PREVENIR: parâmetros de durabilidade?

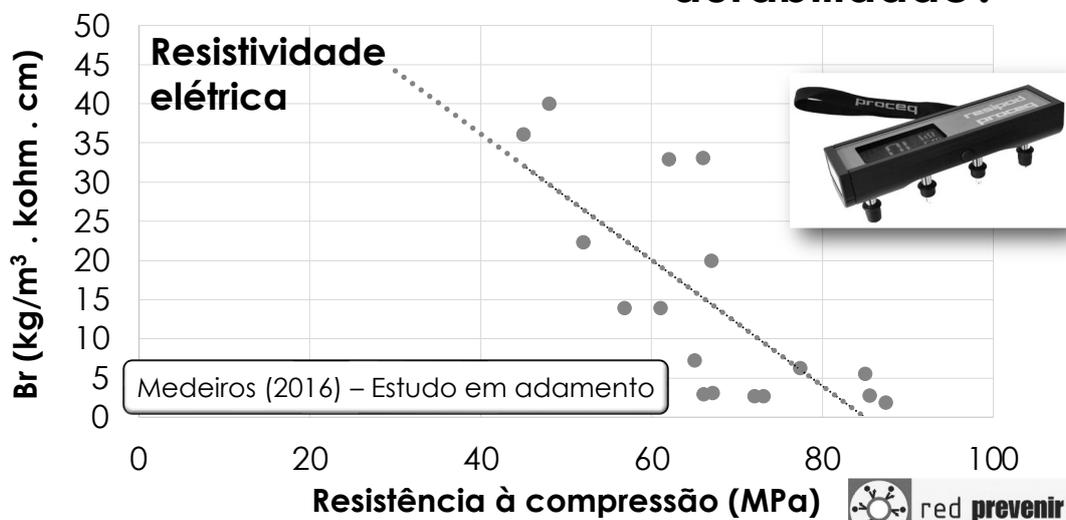
Critérios de avaliação em relação ao risco de corrosão CEB 192.

Resistividade do concreto	Indicação de probabilidade de corrosão
$\rho > 20 \text{ k}\Omega \times \text{cm}$	Desprezível
10 a 20 $\text{k}\Omega \times \text{cm}$	Baixa
5 a 10 $\text{k}\Omega \times \text{cm}$	Alta
$\rho < 5 \text{ k}\Omega \times \text{cm}$	Muito alta



105

## PREVENIR: parâmetros de durabilidade?



106

## Referências Bibliográficas

**MEDEIROS, M. H. F.**; **SOUZA, D. J.**; **HOPPE FILHO, J.**; **ADORNO, C. S.**; **QUARCIONI, V. A.**; **PEREIRA, E.** Resíduo de cerâmica vermelha e filler calcário em composto de cimento Portland: efeito no ataque por sulfatos e na reação álcali-sílica. *Matéria (UFRJ)*, v. 21, p. 282-300, 2016.

**MEDEIROS, M. H. F.**; **DRANKA, F.**; **MATTANA, A. J.**; **COSTA, M. R. M. M.** Compósitos de cimento Portland com adição de nanotubos de carbono (NTC): Propriedades no estado fresco e resistência à compressão. *Matéria (UFRJ)*, v. 20, p. 127-144, 2015.

**HOPPE FILHO, J.**; **SOUZA, D. J.**; **MEDEIROS, M. H. F.**; **PEREIRA, E.**; **PORTELLA, K. F.** Ataque de matrizes cimentícias por sulfato de sódio: adições minerais como agentes mitigadores. *Cerâmica*, v. 61, p. 168-177, 2015.

**MEDEIROS, M. H. F.**; **HOPPE FILHO, J.**; **GOBBI, A.**; **PEREIRA, E.** Pozolanas de elevada reatividade: uma avaliação crítica do ensaio de Índice de Atividade Pozolânica (IAP) com cal usando Difração de Raios X. *Ambiente Construído (Online)*, v. 15, p. 19-29, 2015.

**MEDEIROS, M. H. F.**; **GOBBI, A.**; **GROENWOLD, J. A.**; **MARCONDES, C. G. N.**; **HELENE, P.** High strength reinforced concrete with metakaolin and silica fume in marine environment: an experimental work. *Hormigón y Acero*, v. 63, p. 57-66, 2012.

**MEDEIROS, M. H. F.** Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos com proteção superficial frente à ação de íons cloretos. Tese de Doutorado, POLI-USP, 2008.



107



# Obrigado!!!

**Prof. Dr. Marcelo Medeiros**

Universidade federal do Paraná (UFPR)

Programa de Pós-graduação em Eng. de Constr. Civil (PPGECC)

108