

COMASP
Comitê de Meio Ambiente
SindusCon SP
o Sindicato da Construção

TQ
COMITÊ DE TECNOLOGIA E QUALIDADE
SindusCon SP

SindusCon SP
O Sindicato da Construção
Desde 1934

DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO E O CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO PELA CONSTRUTORA



"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"

Carlos Brites
Diretor da PhD Engenharia
Professor assistente do PECE USP
Doutor em Ciências pela POLI-USP
Secretário da Comissão de Revisão da ABNT NBR 12655

Sinduscon/SP **26/04/2016** **São Paulo/SP**

1

A origem e os intervenientes



projetista estrutural **fornecedor do material** **construtora (execução)** **tecnologista (consultor)** **laboratório (controle)**

atribuição de incumbências
ABNT NBR 12655:2015

2

Ponderação

**É possível uma interação entre os intervenientes para conceber uma estrutura de concreto, mantendo os padrões de construtibilidade, desempenho, durabilidade e vida útil?
Quem realmente é responsável?**

conscientização

3

Visão sistêmica da vida útil

Interação de três universos:



4

Ponderação

o que estamos realmente buscando quando implementamos um programa de garantia de qualidade em um empreendimento (obra) que envolve o material concreto armado em sua estrutura? quem realmente é responsável?

enfoque: conscientização

5

Algumas respostas

- ✓ **segurança e confiabilidade**
- ✓ **que não haja retrabalho**
- ✓ **que não haja desperdício de material**
- ✓ **que não haja desperdício de tempo (prazo)**
- ✓ **que sejam evitadas não conformidades**
- ✓ **verificar se está conforme o especificado em projeto**
- ✓ **verificar se está conforme o prescrito em norma**
- ✓ **que se evitem manutenções futuras desnecessárias...**

6

Algumas respostas

- ✓ **segurança e confiabilidade**
- ✓ **que não haja retrabalho**
- ✓ **que não haja desperdício de material**
- ✓ **que não haja desperdício de tempo (prazo)**
- ✓ **que sejam evitadas não conformidades**
- ✓ **verificar se está conforme o especificado em projeto**
- ✓ **verificar se está conforme o prescrito em norma**
- ✓ **que se evitem manutenções futuras desnecessárias...**

a imagem da empresa não tem preço

7

Controle do concreto e estrutura

**o que controlar em obra?
qual plano de amostragem?
que tipo de amostragem?
existe uma receita pronta?**

8

Controle do concreto e estrutura

1. controlamos o que está especificado em projeto

2. controlamos aquilo que desconfiamos

9



10

bolhas superficiais no concreto



restrições estéticas

11

Controle do concreto e estrutura

controlamos aquilo que desconfiamos



12

bolhas superficiais no concreto



restrições estéticas

13

Controle tecnológico

**fazemos direito?
como contratar?**

14

Controle de recebimento

- ✓ O laboratório deve ser acreditado pelo INMETRO (RBLE – Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaios)
- ✓ O laboratório deve possuir em seu Escopo de Acreditação os ensaios mínimos para realização do controle do concreto em obra
- ✓ A mão de obra laboratorial deve ser qualificada (ABNT NBR 15146:2011)

15



16

Controle do concreto e estrutura

**e por que as vezes não
surte o efeito desejado?**

17

As desculpas universais

- ✓ não está especificado em projeto
- ✓ não está no contrato
- ✓ não é viável
- ✓ não é exequível
- ✓ não é obrigatório
- ✓ faço 20 anos dessa forma
- ✓ não vou (ou não quero) fazer assim
- ✓ na região não tem esse produto
- ✓ não precisa fazer esse ensaio
- ✓ ninguém faz assim (ou o concorrente não faz assim)
- ✓ a responsabilidade é de quem fornece
- ✓ é muito caro...
- ✓ *a sua desculpa!*

18

As desculpas universais

- ✓ não está especificado em projeto
- ✓ não está no contrato
- ✓ não é viável
- ✓ não é exequível
- ✓ não é obrigatório
- ✓ faço 20 anos dessa forma
- ✓ não vou (ou não quero) fazer assim
- ✓ na região não tem esse produto
- ✓ não preciso fazer esse ensaio
- ✓ ninguém faz assim (ou o concorrente não faz assim)
- ✓ a responsabilidade é de quem fornece
- ✓ é muito caro...
- ✓ *a sua desculpa!*

temos que mudar essa postura

19

Premissas principais



muitos problemas poderiam ser evitados se essas duas premissas fossem cumpridas (ou discutidas)

20

Adendo

Controle “Tecnológico”

21

Documentos		<input type="checkbox"/>
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)	x
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	x
	Curva granulométrica	√
	Massa específica	√
	Massa unitária	√
	Determinação de torrões de argila e materiais friáveis	√
	Determinação de material pulverulento	√
Determinação de reatividade álcali-agregado (RAA)	x	
Certificado de Análise do aditivo		√
Caracterização de água destinada a preparação do concreto		√

22

Reflexão

23

Documentos exigidos por algumas empresas no CONTRATO

- ✓ Contrato ou Estatuto Social, com última alteração;
- ✓ Comprovante de inscrição junto ao CNPJ/MF;
- ✓ Comprovante de Inscrição Estadual - DECA ou declaração de isenção de inscrição emitida por contador;
- ✓ Comprovante de Inscrição Municipal;
- ✓ Certidão Negativa de Débito junto ao INSS;
- ✓ Certidão Negativa Conjunta de Débitos Relativos a Tributos Federais e a Dívida Ativa da União;
- ✓ Certidão Negativa de Débito de Tributos Estaduais ou Declaração de isenção de inscrição estadual;
- ✓ Certidão Negativa de Débito de Tributos Municipais;
- ✓ Certidão de Regularidade junto ao FGTS (CRF);
- ✓ RG, CPF e comprovante de endereço do representante legal;
- ✓ Prova do Registro no CREA pertinente à atividade exercida pela empresa.

24

Documentos Exigidos para Pagamentos

Cópia dos seguintes documentos relativos a competência do mês imediatamente anterior:

- ✓ GPS (Guia da Previdência Social - INSS);
- ✓ GFIP/SEFIP (Guia do Fundo de Garantia e Informação à Previdência) ou Declaração de ausência de fato gerador para recolhimento de FGTS completa (GFIP/SEFIP);
- ✓ GRF (Guia de Recolhimento do Fundo de Garantia);
- ✓ Folha de Pagamento mensal completa dos funcionários;
- ✓ Comprovante de recolhimento do ISS (Imposto sobre Serviços);
- ✓ Declaração do contador comprovando a escrituração contábil regular da empresa;
- ✓ Declaração do contador atestando que não há recolhimento de GPS e de FGTS;
- ✓ Declaração do contador atestando que não há retirada de pró-labore do(s) sócio(s) da empresa;
- ✓ ART do CREA referente ao serviço.

25

Por que não exigimos os ensaios e documentações?

26

Adendo

Canteiro de obras

27



28



Campinas, 26 de Novembro de 2014.

FCK 50 MPA BR 1 ABAT 10+2			
MATERIAL	TIPO MOC	QDE	UN
3005513	ADITIVO POLIFUNCIONAL	4,286	Kg
3005733	AGUA	200	Kg
4254803	PEDRISCO MISTO	159	Kg
4254378	AREIA MEDIA	439	Kg
4345278	BRITA 1	1150	Kg
4254293	CIMENTO CP II E 40 GRANEL	476	Kg

- Esta carta de traço tem validade de 60 dias.

- Os traços estão sujeitos a alteração sem aviso prévio, devendo manter as características técnicas previstas em contrato e não sua composição.

Estamos à disposição para quaisquer esclarecimentos que se façam necessários.

Atenciosamente,

- Esta carta de traço tem validade de 60 dias.

- Os traços estão sujeitos a alteração sem aviso prévio, devendo manter as características técnicas previstas em contrato e não sua composição.

29



30



31



32



33



34



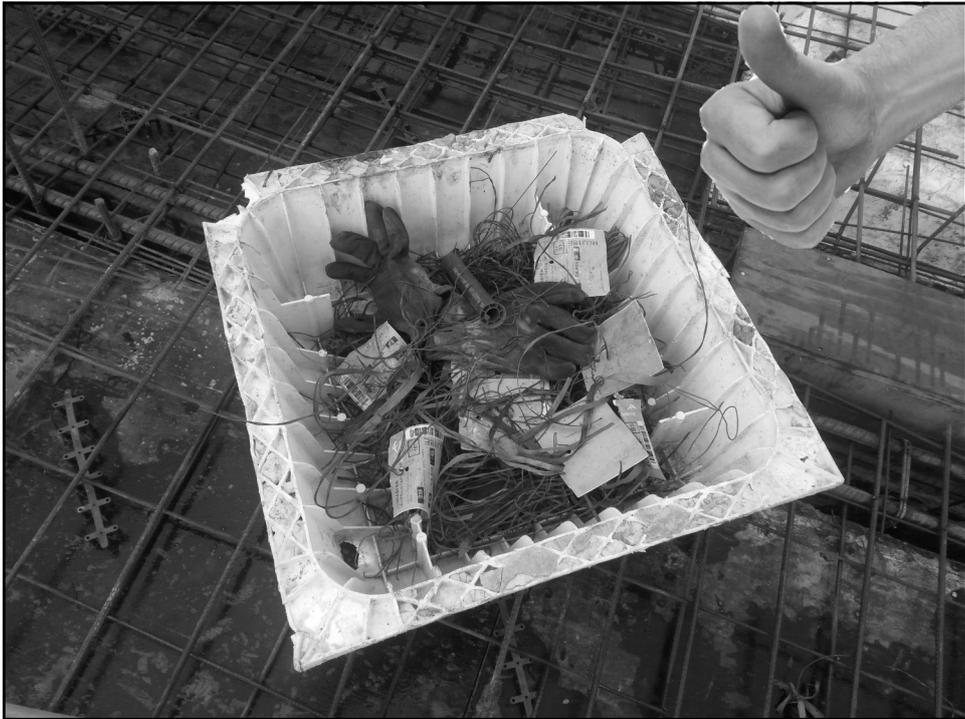
**Espaçador fixado à
armadura**

35



**Limpeza: retirada de
arames com ímã**

36



37



38

Adendo



39



40

Rastreabilidade

10T NF 12538
20T NF 12540
30T NF 12551
40T NF 12555

50T NF 12553
60T NF 12561
70T NF 12562
80T NF 12566

90T NF 12568
100T NF 12567
110T NF 12569
120T NF 12573

Engenheiro não é estressado...

41

ACOMPANHAMENTO													
DATA	Nº PLACA	Nº CARRO	QUANT. M3	QUANT. ACUMUL. DO M3	ÁGUA CORTE (L)	ÁGUA ADICIONADA	SALA CENTRAL	CHEGADA OBRAS	INÍCIO DE SEGURANÇA	TERMINO CONCRETO	FCK MPA	SLUMP CM	
21/05	2122	8m³	8m³	160	60,0	07:05	07:37	07:47	08:56	09:50			
21/05	2130	8m³	16m³	160	40,0	07:17	08:22	07:04	07:17	07:19	112425	30	14,0
21/05	2138	8m³	24m³	160	80,0	07:00	08:50	07:21	07:35	07:37	113419	30	14,0
21/05	2116	8m³	32m³	160	140,0	07:20	07:50	07:21	07:35	07:37	113419	30	14,0
21/05	2131	8m³	40m³	160	50,0	10:20	10:50	10:53	10:05	10:07	113420	30	14,0
21/05	2070	8m³	48m³	160	60,0	10:25	10:36	10:37	10:48	10:49	113446	30	14,0
21/05	2122	8m³	56m³	160	90,0	10:55	10:53	10:53	11:08	11:10	113448	30	14,0
21/05	2017	8m³	64m³	160	90,0	11:27	11:13	11:13	11:30	11:32	113451	30	14,0
21/05	2121	8m³	72m³	160	70,0	11:30	11:45	11:45	12:05	12:07	113453	30	14,0
											113462	30	

42

54

ACOMPANHAMENTO DE CONCRETAGEM

Nº CARRO PLACA	QUANT. ACUMULADO M3	SARILH CENTRAL	CARGADA ÚTIL	EQU.		SARILH DEBARRADA	VEICULO COMPLETO	SARILH OBRA	NOTA FISCAL	PCA M3	AC	SILABO CM	CORPO DE PROVA	FORMA DE		
				HORARIO INICIO	HORARIO FIM									LOCAL	TIPO	
1	2.2	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25
2	2.2	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25
3	2.2	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25
4	2.2	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25
5	2.2	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25
6	2.2	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25
7	2.2	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25
8	2.2	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25
9	2.2	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25
10	2.2	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25	11.25

5º Água do Corte Usina = 150L
 Água Colocada na Obra = 0

6º Água do Corte Usina = 150L
 Água Colocada na Obra = 0

7º Água do Corte Usina = 150L
 Água Colocada na Obra = 0

8º Água do Corte Usina = 150L
 Água Colocada na Obra = 0

9º Água do Corte Usina = 150L
 Água Colocada na Obra = 0

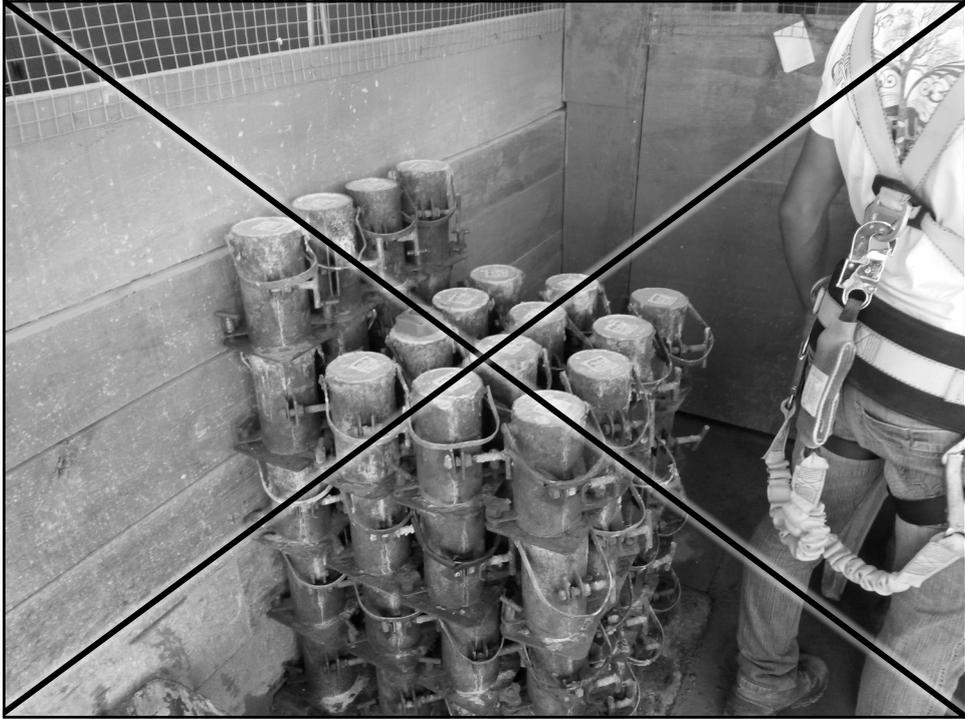
10º Água do Corte Usina = 150L
 Água Colocada na Obra = 0

43



Abrigo para os corpos de prova

44



45



46



47

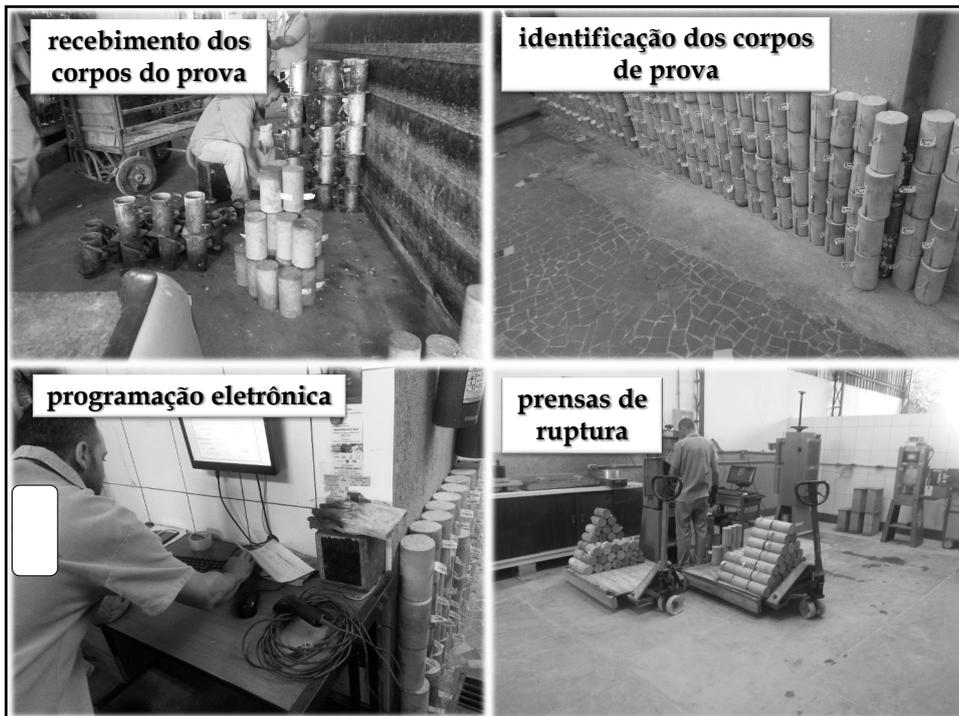
Adendo

Laboratórios

48



49



50



51



52



53



54



55



56

ABNT NBR 5739:2007 – Anexo A

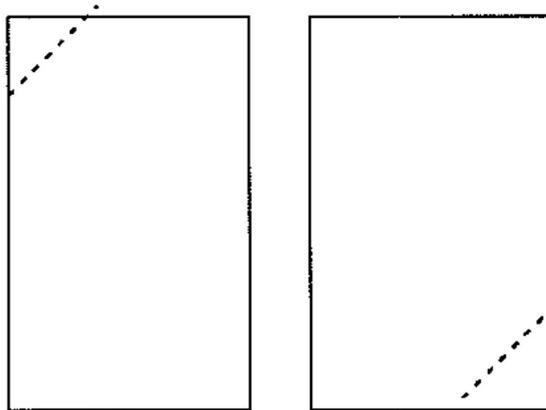


Figura A.6 – Tipo F – Fraturas no topo e/ou na base abaixo do capeamento

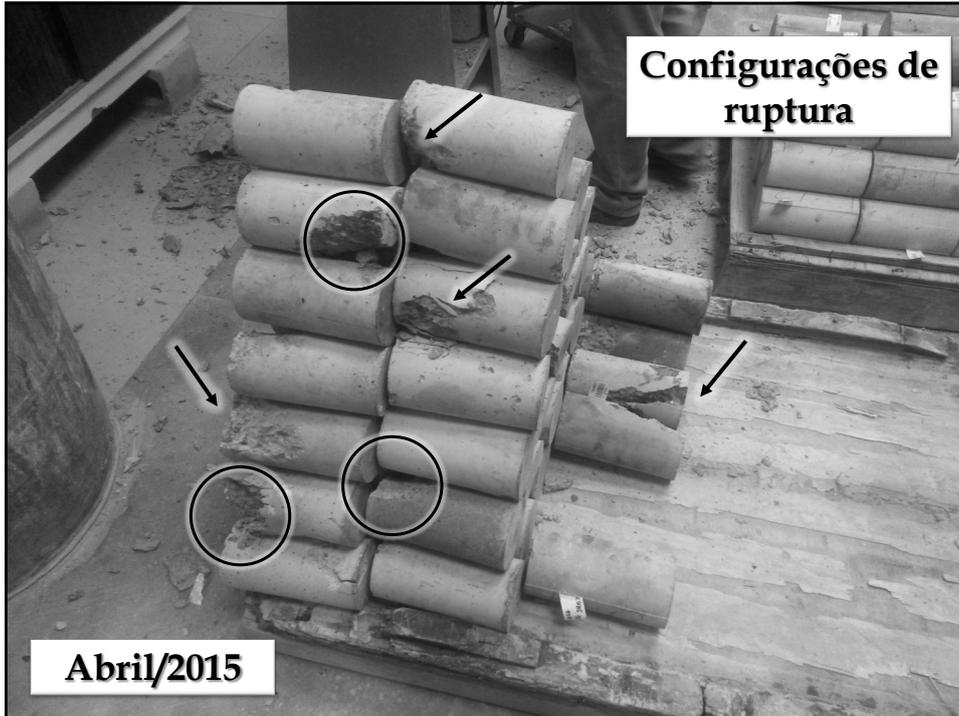
57

ABNT NBR 5739:2007 – Anexo A



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

58



59



60

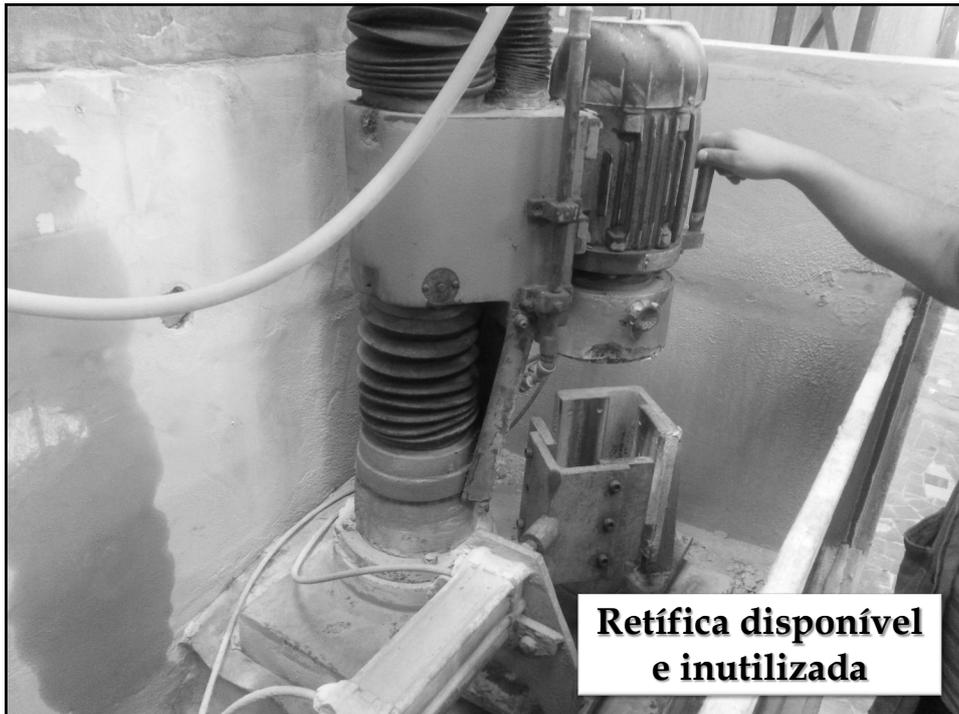
ASTM C1231/C1231M – 14

Standard Practice for Use of Unbonded Caps in Determination of Compressive Strength of Hardened Concrete Cylinders

**TABLE 1 Requirements for Use of Polychloroprene(Neoprene)
Pads**

Compressive Strength, ^A MPa [psi]	Shore A Durometer Hardness	Qualification Tests Required	Maximum Reuses
Less than 10 [1 500]		Not permitted	
10 to 40 [1 500 to 6 000]	50	None	100
17 to 50 [2 500 to 7 000]	60	None	100
28 to 50 [4 000 to 7 000]	70	None	100
50 to 80 [7 000 to 12 000]	70	Required	50
Greater than 80 [12 000]		Not permitted	

61



**Retífica disponível
e inutilizada**

62

Argumentos do laboratório

- Estudo interno comparativo realizado e apresentando resultados compatíveis [inclusive, procede-se com ensaios mensais (120 a 240 ensaios/mês)] (não apresentado)
- Estudo interno determinou a quantidade de 200 reutilizações (não apresentado)
- Falta de água decorrente da crise hídrica atrapalhava a utilização da retífica

Taxa de não conformidade da resistência do concreto da obra (março/2015): $\approx 30\%$

Como determinar a validade de um estudo interno?

63

Resumo

À luz da normalização brasileira vigente (ABNT NBR 5739:2007), as configurações de ruptura obtidas pelos ensaios (tipo F e tipo G) indicam defeitos na moldagem e/ou arremate dos topos e bases dos corpos de prova, podendo ocasionar concentração de tensões nestas regiões

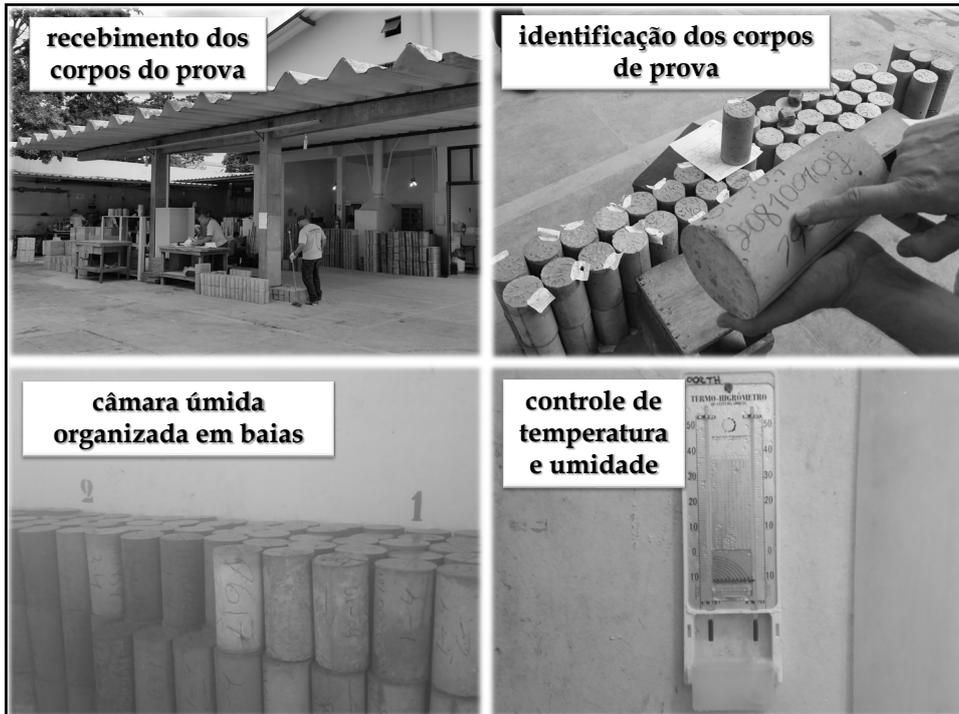


64



**Laboratório não acreditado pelo INMETRO
Técnicos não certificados pela ABNT NBR 15146-1:2011**

65



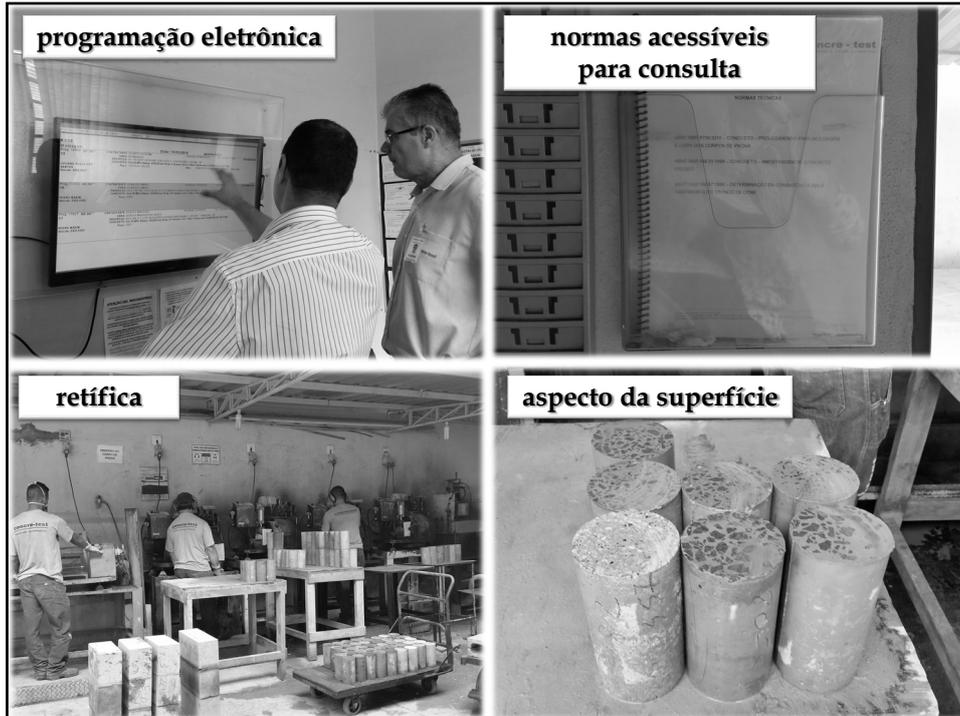
**recebimento dos
corpos do prova**

**identificação dos corpos
de prova**

**câmara úmida
organizada em baias**

**controle de
temperatura
e umidade**

66



67



68



69



70



71

Adendo

**Empresa de serviços de
concretagem**

72



**Empresa de Serviços de
Concretagem**

73



baias de armazenamento

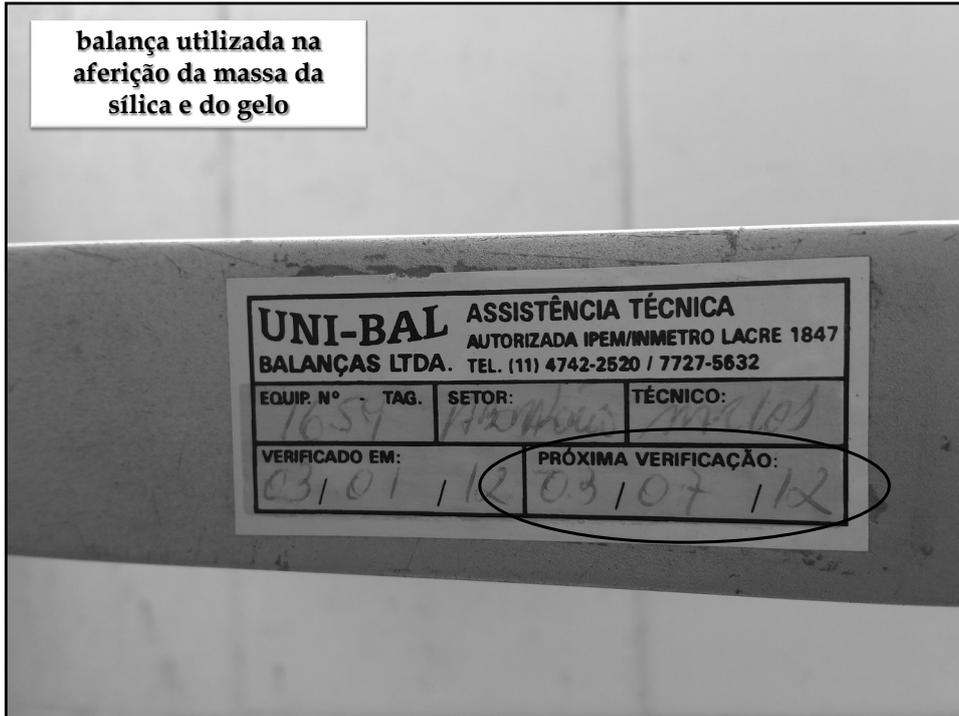
**sistema de irrigação do
agregado graúdo**

**concha da pá
carregadeira**

**estoque de
amostras**

74

balança utilizada na
aferição da massa da
sílica e do gelo



77



78



79



80



81



82



83



84



85



86



87

Mensagem

terceirizar um
serviço ≠
terceirizar
responsabilidade

88

Estruturas de Concreto para Edificações

Atividade profissional regida por normas técnicas:

- de PROJETO
- de MATERIAIS
- de EXECUÇÃO
- de CONTROLE
- de OPERAÇÃO & MANUTENÇÃO
- e, Complementares (NR4; NR 6; NR9; NR18 do MT, PMs)

que têm força de lei por conta do CDC

89



90

“ Qualquer sistema de gestão requer uma padronização das operações de fabricação e controle, e isto só é possível, através de um sistema normativo. ”

“ Dessa forma, para uma organização se manter competitiva, deve usar as normas técnicas como uma fonte de tecnologia, manutenção de qualidade e otimização de processos que asseguram que a produção esteja competitiva e adequada aos padrões nacionais e internacionais. ”

Quando se descumpre uma norma, assume-se, de imediato, um risco. Isso significa dizer que o risco foi assumido, ou seja, significa que se está consciente do resultado lesivo.

*Dr. Roberto Tardelli
Promotor de Justiça do Tribunal do Júri de São Paulo*

91

A Lei 8.078, mais conhecida como Código de Defesa do Consumidor, diz em seu capítulo V, seção IV, artigo 39, inciso VIII:

“É vedado ao fornecedor de produtos ou serviços, dentre outras práticas abusivas, colocar no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes ou, se normas específicas não existirem, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro).”

92

Quanto à questão da responsabilidade, o Código de Defesa do Consumidor CDC, estabelece no Capítulo IV, artigo 12:

“O fabricante, o produtor, o construtor, nacional ou estrangeiro, e o importador respondem, independentemente da existência de culpa, pela reparação dos danos causados aos consumidores por defeitos decorrentes de projeto, fabricação, construção, montagem, fórmulas, manipulação, apresentação ou acondicionamento de seus produtos, bem como por informações insuficientes ou inadequadas sobre sua utilização e riscos.”

no artigo 23:

“A ignorância do fornecedor sobre os vícios de qualidade por inadequação dos produtos e serviços não o exime de responsabilidade.”

93

artigo 18:

*“são impróprios ao uso e consumo os produtos deteriorados, alterados, adulterados, avariados, falsificados, corrompidos, fraudados, nocivos à vida ou à saúde, perigosos ou, ainda, aqueles em **desacordo com as normas** regulamentares de fabricação, distribuição ou apresentação...”*

- ◆ todos os intervenientes da cadeia construtiva são responsáveis pelos danos ou vícios que os serviços e obras possam apresentar.
- ◆ no entanto, segundo a Justiça, o diretamente responsabilizado por reparar as perdas do consumidor é o fornecedor final, ou seja, **o Construtor**.

94

Recomendações

95

Adensamento

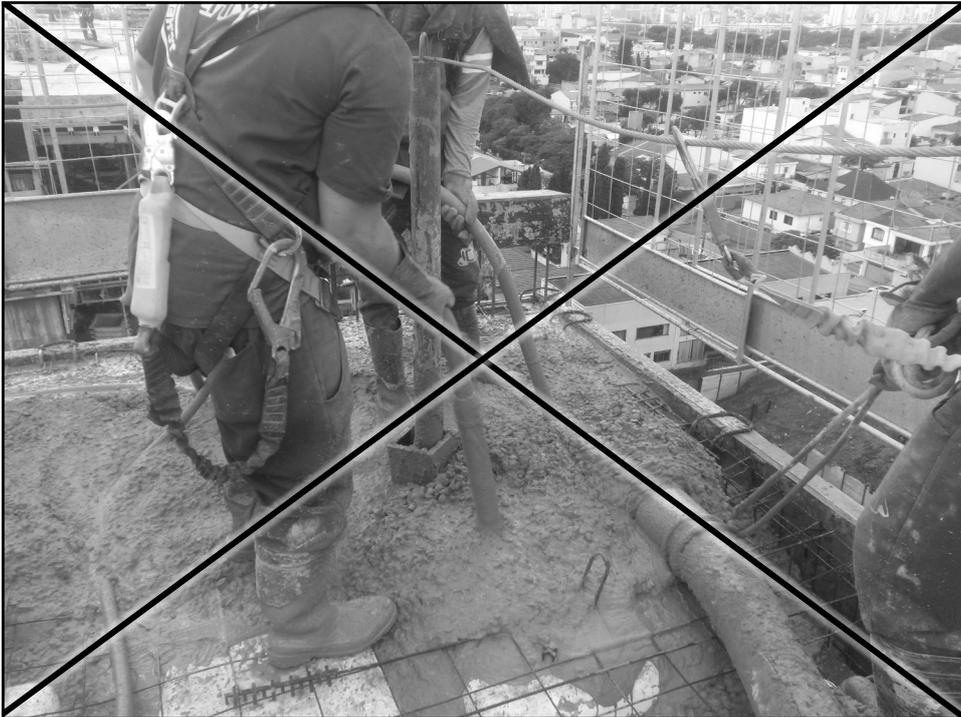
- ✓ sempre na direção vertical;
- ✓ vibrar maior número de pontos do elemento;
- ✓ cuidado com o excesso ou falta;
- ✓ retirar o vibrador lentamente;
- ✓ comprimento da agulha maior que a camada a ser concretada;
- ✓ não vibrar as armaduras;
- ✓ não vibrar e lançar simultaneamente...
- ✓ respeitar o eixo imaginário de atuação;

96

Adensamento (vídeo)



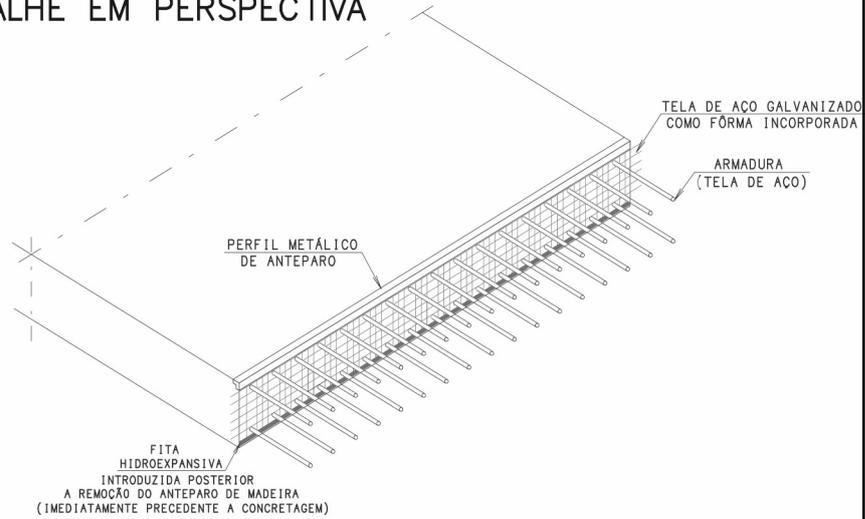
97



98

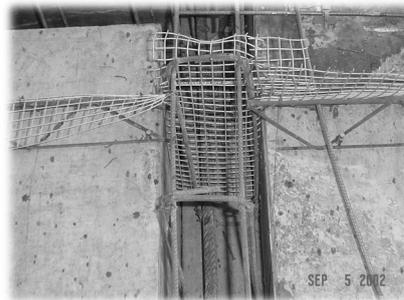
Juntas de concretagem

DETALHE EM PERSPECTIVA



99

Juntas de concretagem



Créditos: Antônio Carlos Zorzi

100

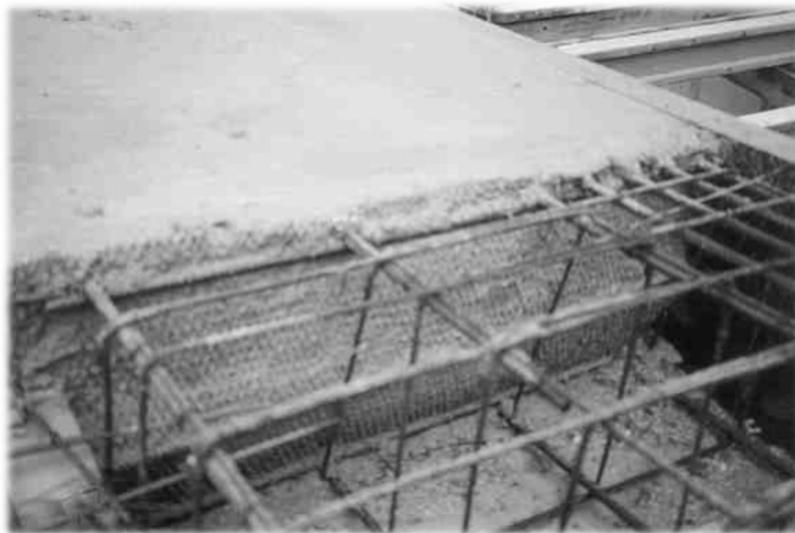
Juntas de concretagem



Créditos: Antônio Carlos Zorzi

101

Juntas de concretagem



Créditos: Antônio Carlos Zorzi

102

Cura



103

Cura



104

Cura (vídeo)



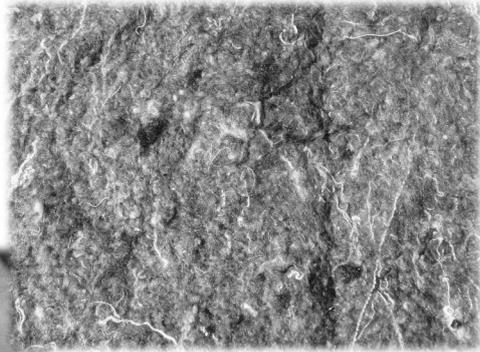
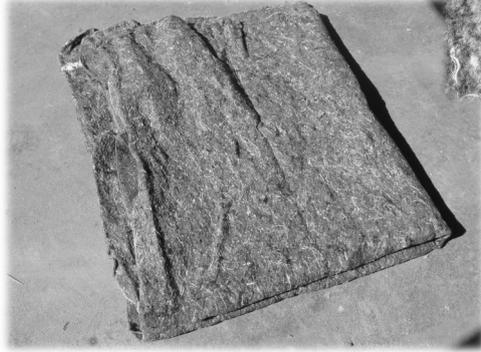
105

Cura



106

Cura



**tecido
permeável**

107

**2h30 após o início da
concretagem**



108



109



110



E a cura com a WAP?

111



Iniciou tardiamente

112



113



114

Problemas de adensamento



115



116

Casos recentes

117

Visão sistêmica da vida útil

Interação de três universos:



118

Caso 1

Qualidade de execução em estruturas de concreto (Obra A e Obra B)

119

Posicionamento Armadura de Arranque

Obra A



Obra B



120

Posicionamento Armadura de Arranque

Obra A

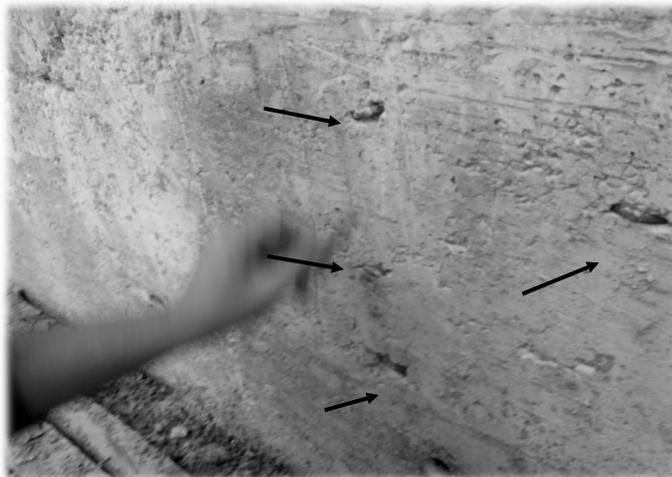


Durabilidade?

121

Cobrimento da Armadura

Obra A

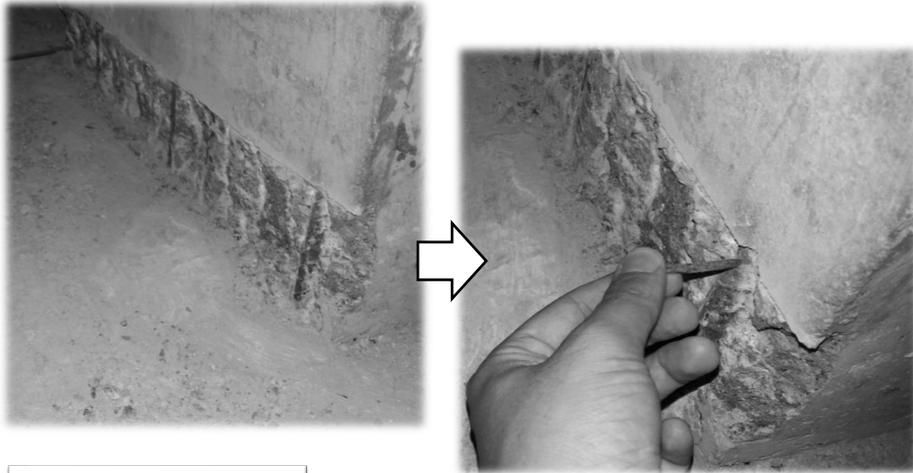


Durabilidade?

122

Cobrimento da Armadura

Obra A



Durabilidade?

123

Condições das fôrmas

Obra A



124

Condições das fôrmas

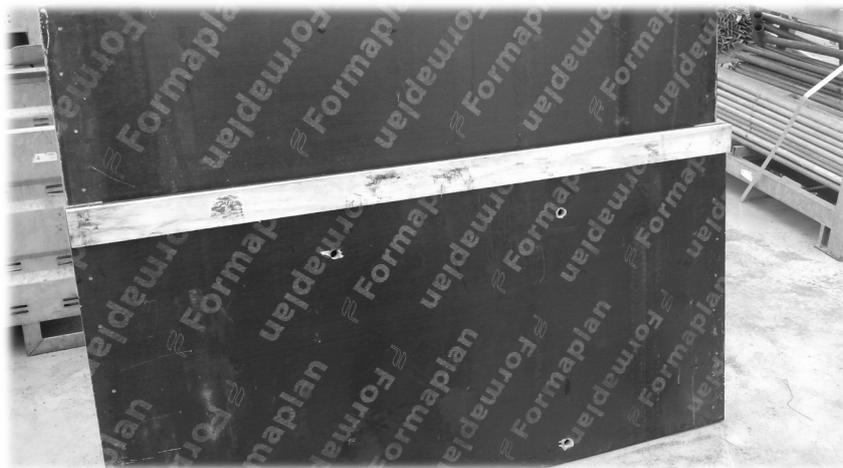
Obra A



125

Condições das fôrmas

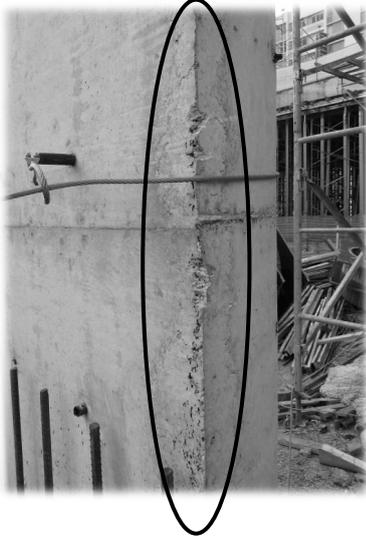
Obra B



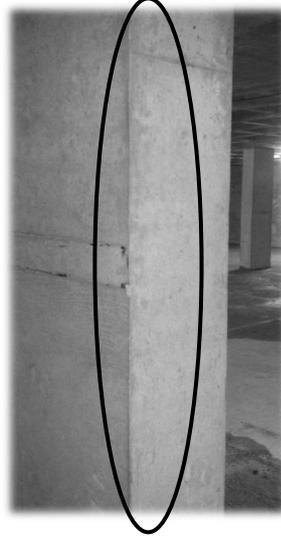
126

Estanqueidade das fôrmas

Obra A



Obra B



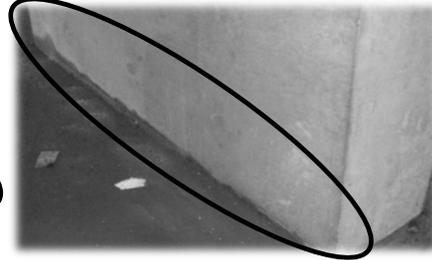
127

Estanqueidade das fôrmas

Obra A



Obra B



128

Adensamento do concreto



Obra A

Vídeo

129



Obra B

130



131



132



133

Acabamento superficial - concreto

Obra A



Obra B



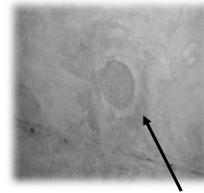
134

Acabamento - tamponamento

Obra A



Obra B



135

Limpeza e organização de canteiro

Obra A



136

Limpeza e organização de canteiro

Obra A



137

Limpeza e organização de canteiro

Obra B



138

Limpeza e organização de canteiro

Obra B



139

Discussão (Obra A e Obra B)

140

Empreiteiro = Construtora =

Empreiteiro = Construtora ≠

Empreiteiro ≠ Construtora =

Empreiteiro ≠ Construtora ≠

141

Empreiteiro = Construtora =

Empreiteiro = Construtora ≠

Empreiteiro ≠ Construtora =

Empreiteiro ≠ Construtora ≠

142

Mensagem

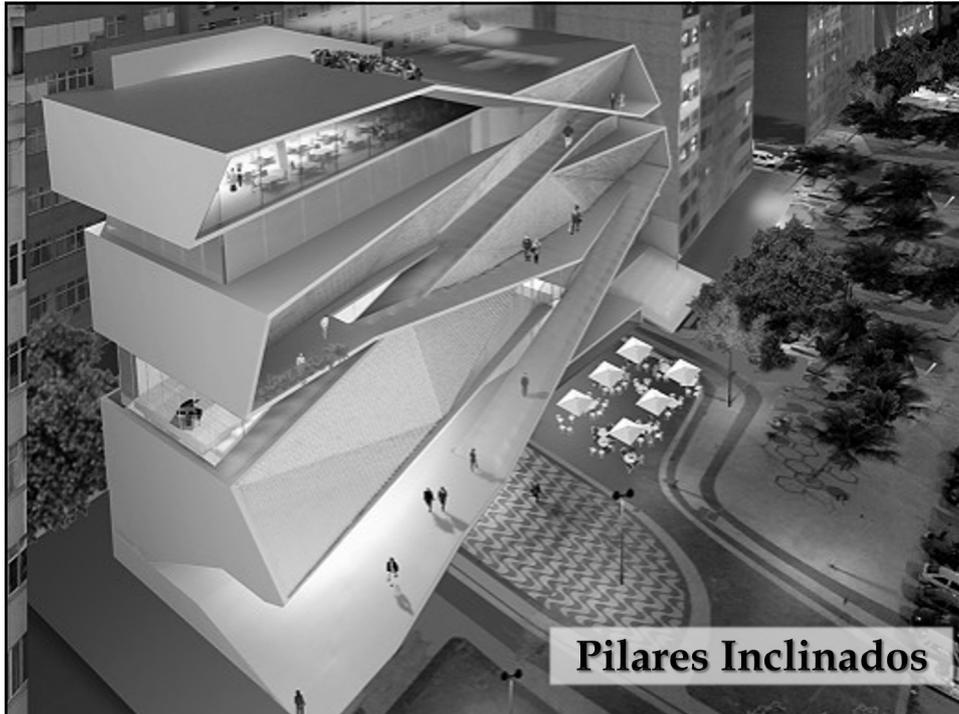
**INVESTIMENTO
EM
GESTÃO!**

143

Caso 2

MIS - RJ

144



145

Ficha Técnica

Nome da Obra: Museu da Imagem e do Som (MIS)

Endereço: Av. Atlântica, 3432 (Antiga Boate HELP)

Realização: Fundação Roberto Marinho

Arquitetura: Diller Scofidio + Renfro / Índio da Costa (AUDT)

Estrutura: JKMF

Construtora: Rio Verde

Consultoria (concreto): PhD Engenharia

Pavimentos: 7 (2 subsolos e 1 mezanino técnico)

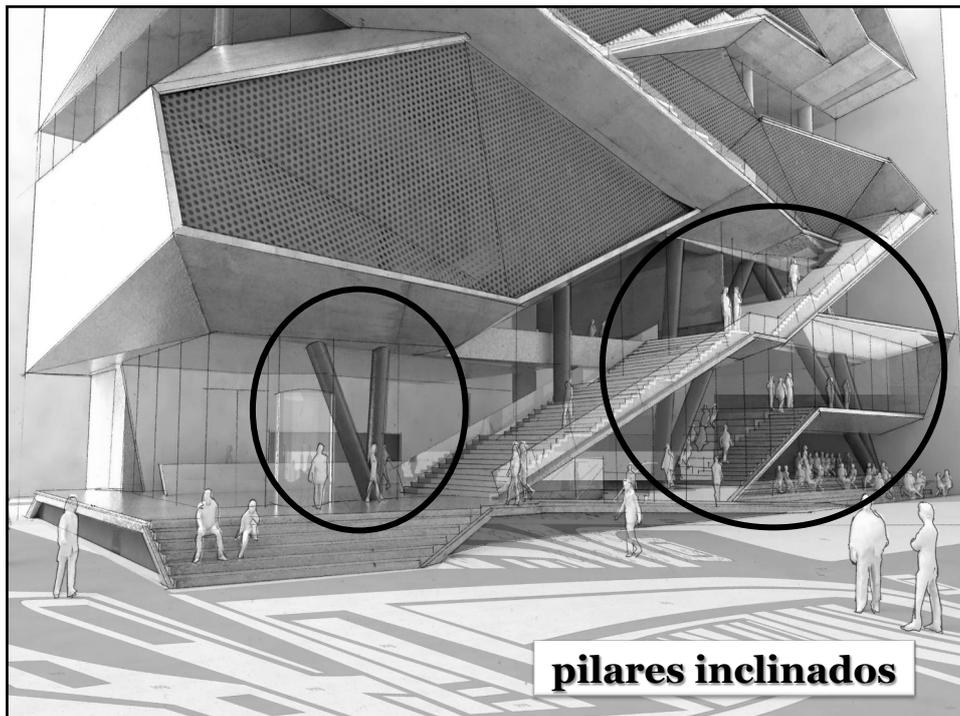
Volume (superestrutura) $\approx 7.000\text{m}^3$

Créditos: AUDT/Diller
Scofidio + Renfro

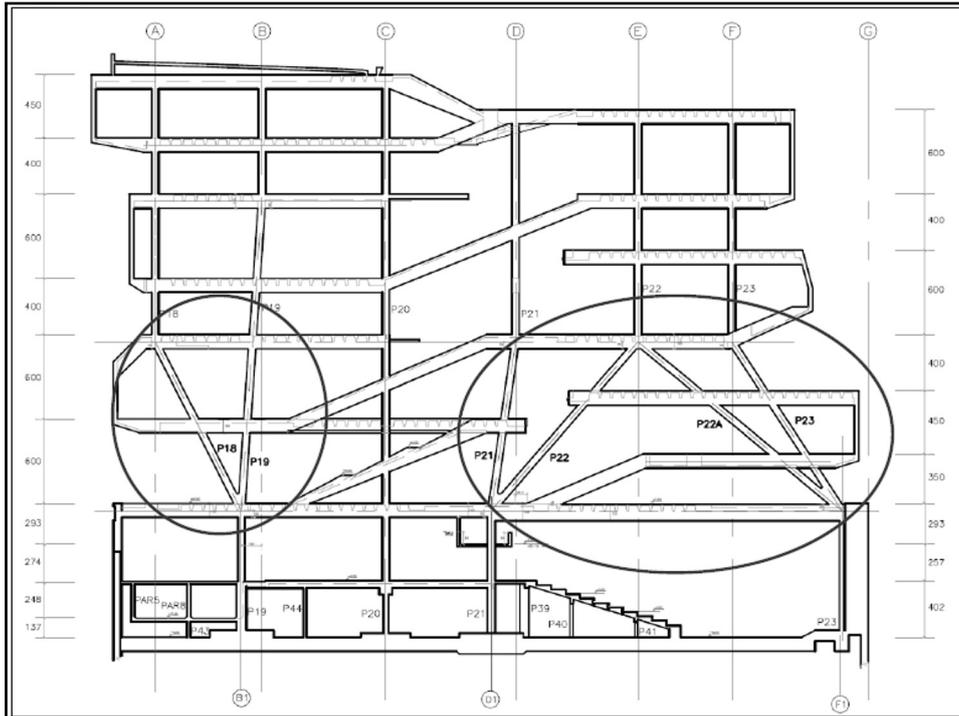
146



147



148

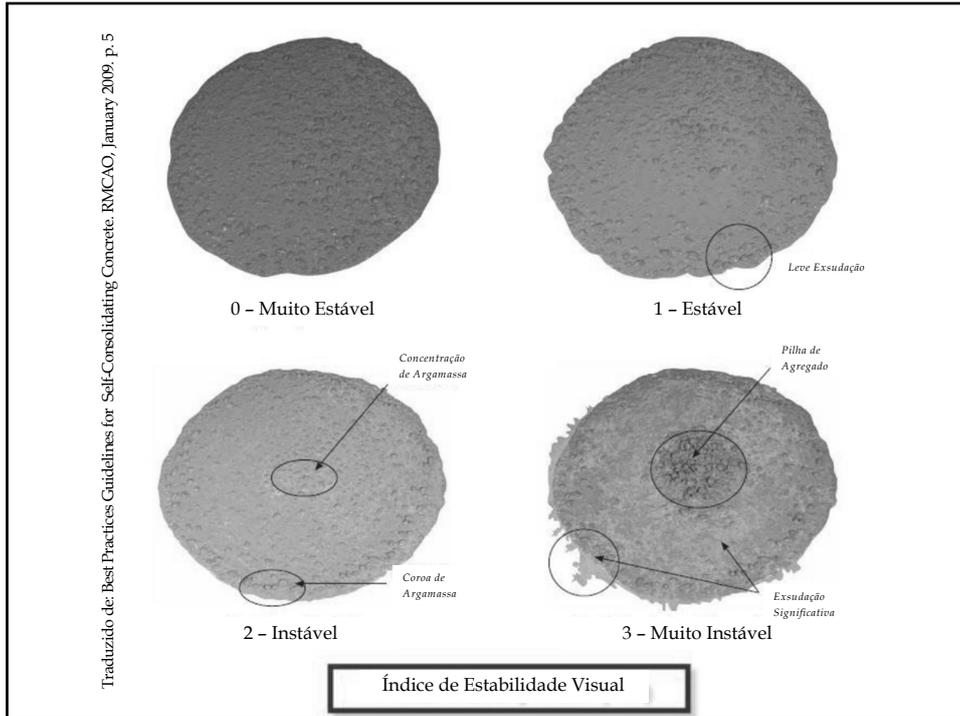


149

concreto autoadensável - vídeo



150



151



152

Características do concreto e obra

- ✓ $f_{ck} \geq 50\text{MPa}$ autoadensável (com 100% de gelo);
 - ✓ classe de espalhamento *SF II* (660–750mm) - ABNT NBR 15823;
 - ✓ relação a/c = 0,37 → classe de agressividade IV;
 - ✓ tipo de cimento CP III-40 RS (adição de pigmento);
 - ✓ teor de argamassa $\approx 60\%$ → lançamento e trabalhabilidade;
 - ✓ adições:
 - ✓ 6% de sílica ativa → CAR e prevenção de RAA;
 - ✓ fibra de polipropileno → minimizar retrações;
- ✓ Temperatura ambiente: da ordem de 35°C;
 - ✓ Distância da central fornecedora de concreto: 30km;
 - ✓ Percurso: em média 60minutos (Caju-Copacabana).

153

Traço do concreto

Traço do concreto	concebido para $f_{ck}=50\text{MPa}$
consumo de cimento por m ³ (CP III-40 RS - Votoran Moagem Santa Cruz)	472kg
adição de sílica ativa (Tecnosil)	30,4kg
relação água/cimento+adição	0,37
água (da umidade das areias, média ponderada fixada em 5%) + gelo total	186kg
areia média natural (Areal Sanimera)	700kg
areia artificial, areia de brita tipo II (A 21 Mineração)	123kg
brita 0 (A 21 Mineração)	425,5kg
brita 1 (ESAM Mineração)	425,5kg
pigmento (Bayferrox 318) (1%)	4,7kg
fibra de polipropileno (Neomatex) (12mm)	600 gramas (0,6kg)
aditivo plastificante polifuncional (0,3%) (MIRA RT 25, Grace)	1,4kg
aditivo superplastificante (1,0%) (Glenium SCC 161 já com antiespumante incorporado, BASF)	4,7kg
100% de gelo (materiais úmidos, umidade da areia de 5% em média ponderada)	144kg (gelo)

154

Premissas: concreto “sem bolhas” e “sem fissuras”

- ✓ temperatura inicial do gelo: -10°C (Thermo King)
- ✓ temperatura de lançamento do concreto: até 25°C
- ✓ altura máxima de lançamento: 2m/pilares de até 6m
- ✓ baixa velocidade de concretagem
- ✓ adensamento leve e controlado com uso de vibrador de imersão e martelos de borracha (bolhas)
- ✓ auxílio de aparatos para transporte do concreto (tubos)

155



156

Parque da Cidade - SP



157

São Paulo



158



159



160



usina

161



usina

162



163



164

Protótipos

165



protótipos pequena escala

166



167



168



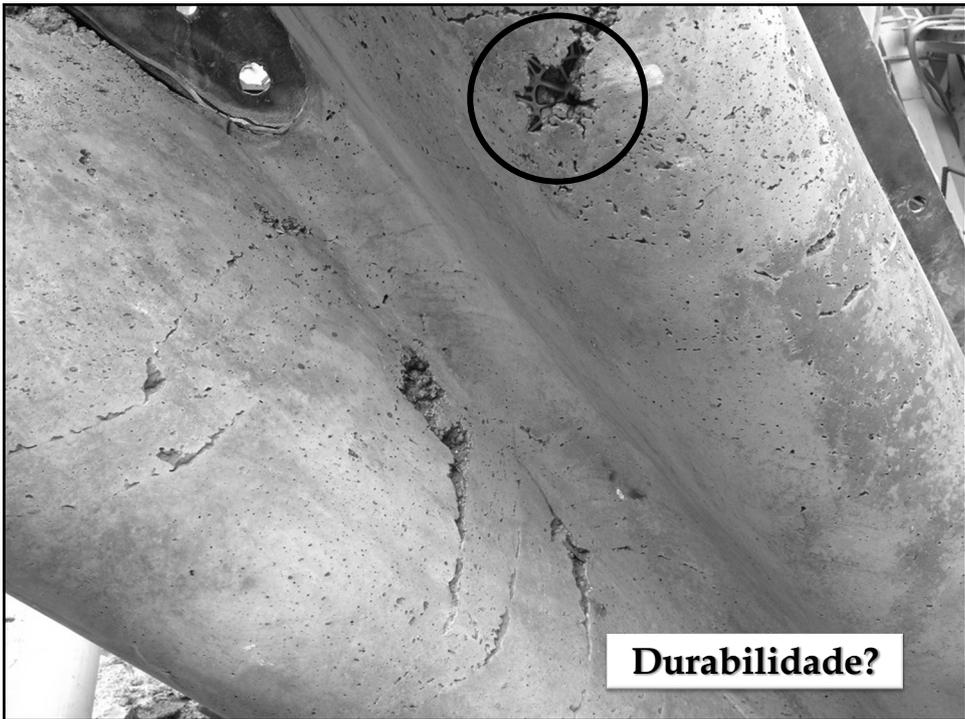
169



170



171



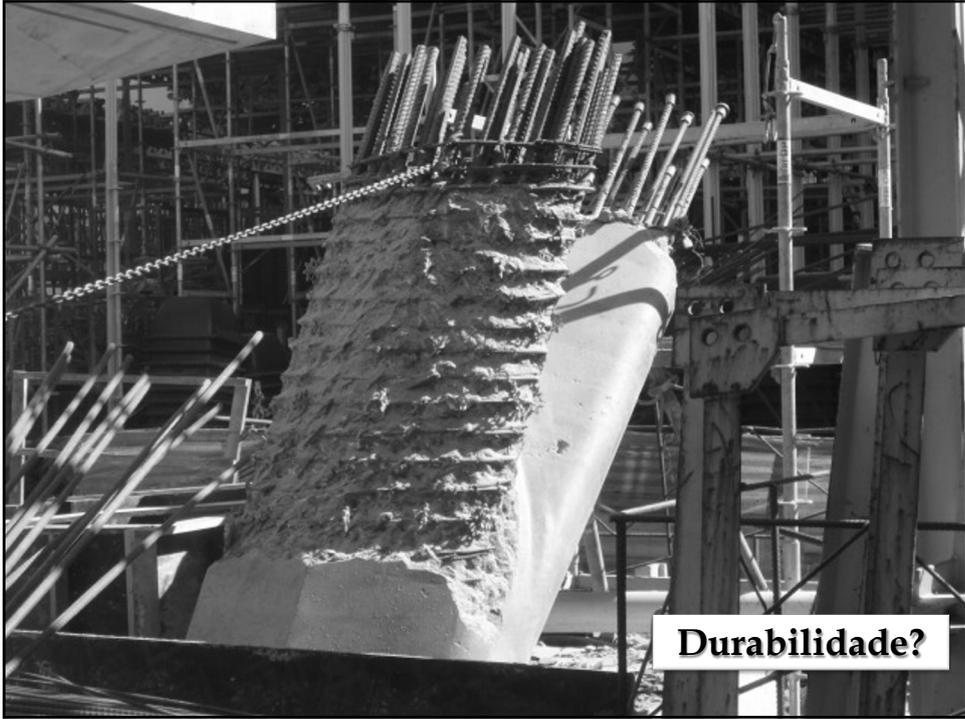
172



173



174



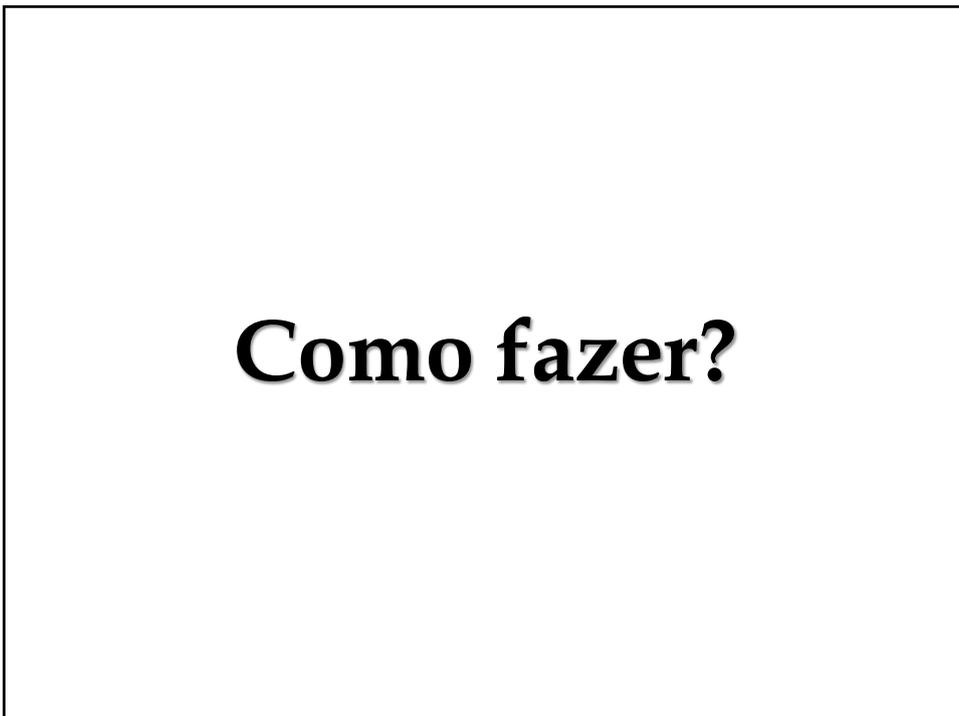
175



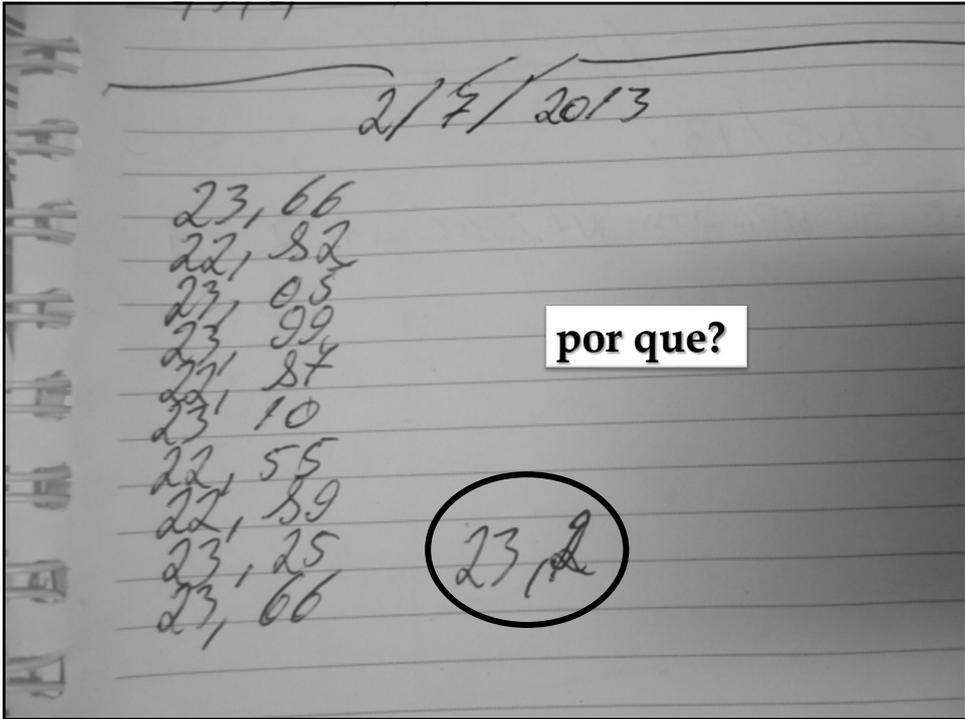
176



177



178



179



180

Planilha de Registro da Umidade (%)

Filial: BENFICO Material: AREIA NATURAL Mac: JUL 20 /

Data	1ª Medição			2ª Medição			3ª Medição		
	Horário (hh:mm)	Umidade (%)	Clima (Sol / Chuva / Nublado)	Horário (hh:mm)	Umidade (%)	Clima (Sol / Chuva / Nublado)	Horário (hh:mm)	Umidade (%)	Clima (Sol / Chuva / Nublado)
01/07	06:00	51	NUBLADO	09:00	51	NUBLADO	12:00	51	NUBLADO
2/7	06:00	61	CHUVA	09:00	67	CHUVA	12:00	51	CHUVA

181

Planilha de Registro da Umidade (%)

Filial: BENFICO Material: DO DE PEDIDO Mac: JUL 20 /

Data	1ª Medição			2ª Medição			3ª Medição		
	Horário (hh:mm)	Umidade (%)	Clima (Sol / Chuva / Nublado)	Horário (hh:mm)	Umidade (%)	Clima (Sol / Chuva / Nublado)	Horário (hh:mm)	Umidade (%)	Clima (Sol / Chuva / Nublado)
01/07	06:00	11	NUBLADO	09:00	11	NUBLADO	12:00	11	NUBLADO
2/7	06:00	41	CHUVA	09:00	47	CHUVA	12:00	11	CHUVA

182



183



184



185



186

condições climáticas



187



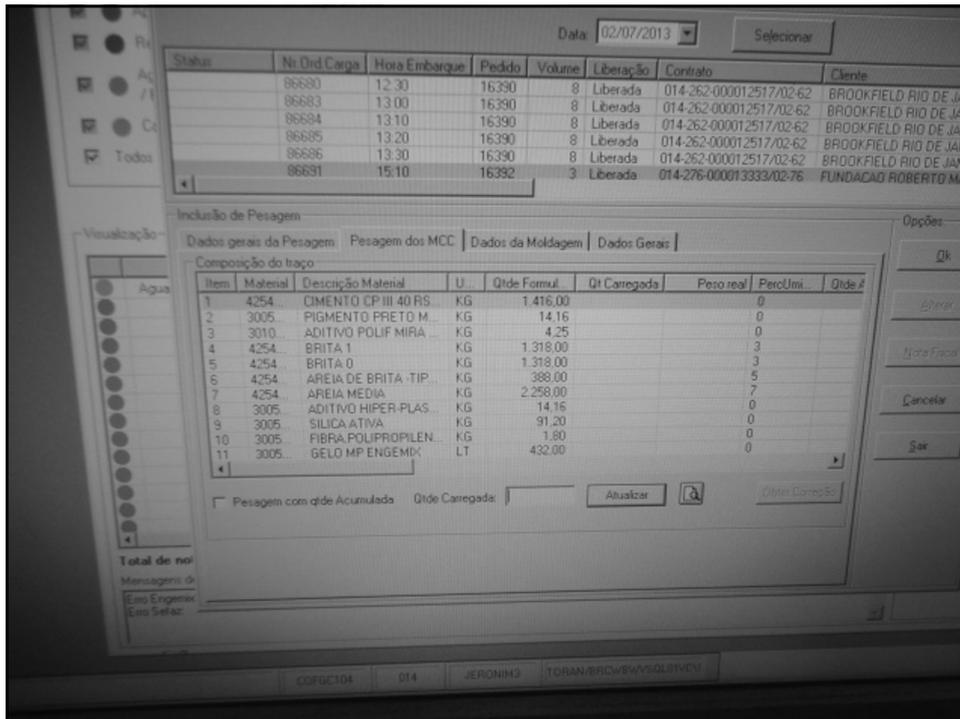
188



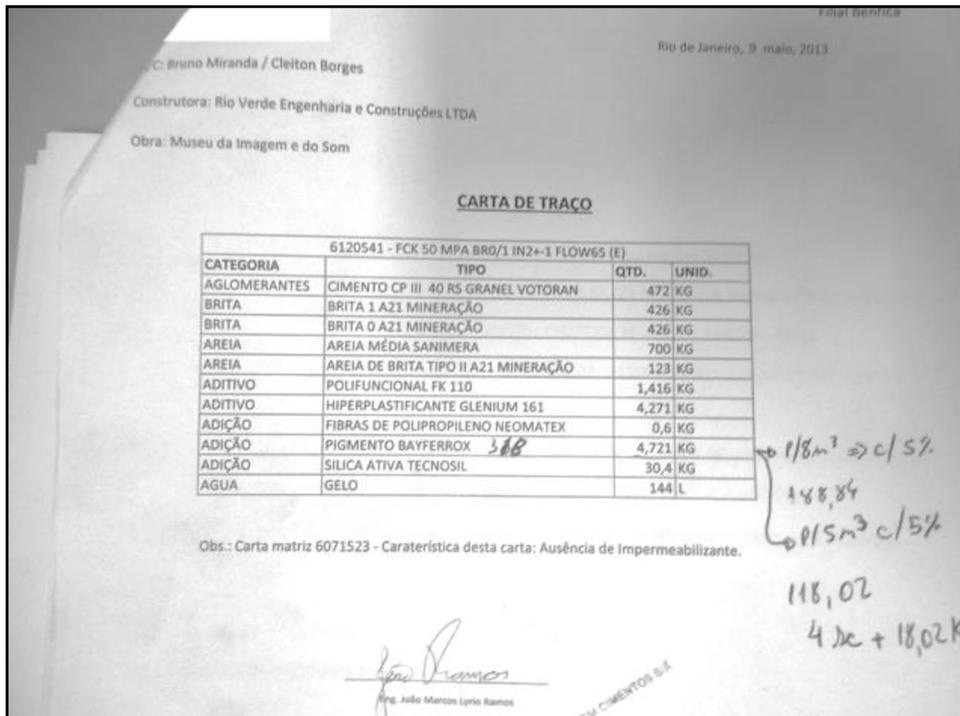
189



190



191



192



193



194

atípico



195

e se chover?



196



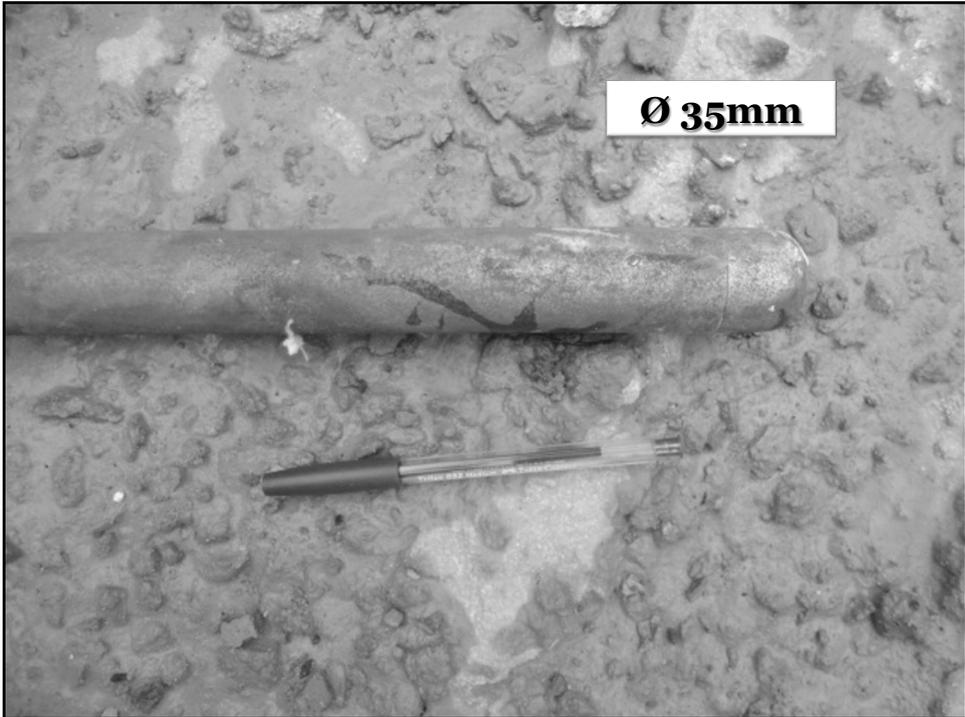
197



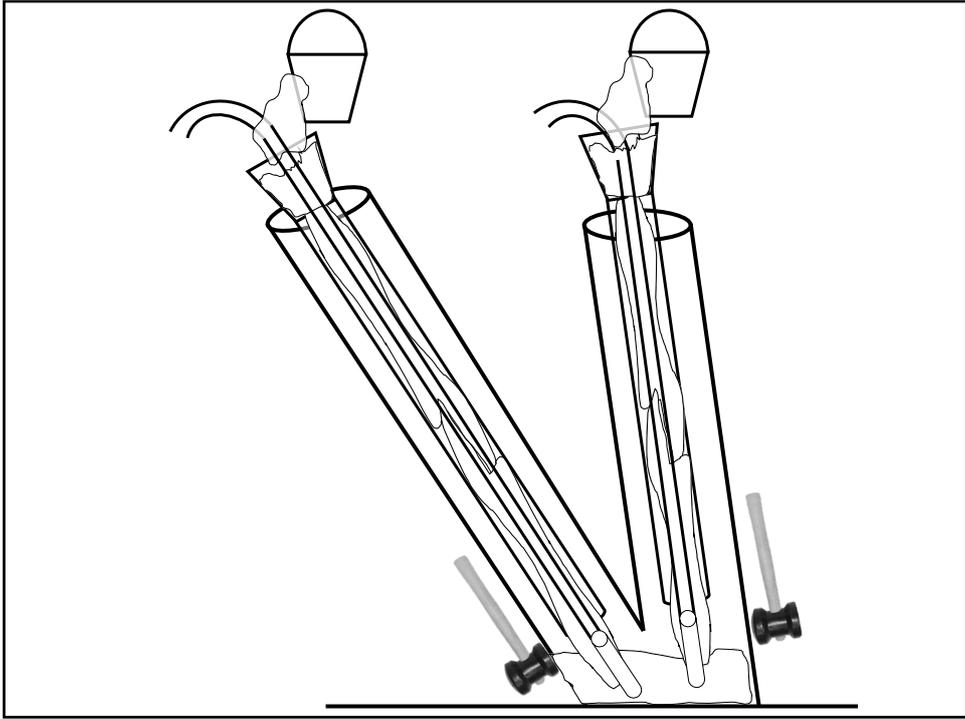
198



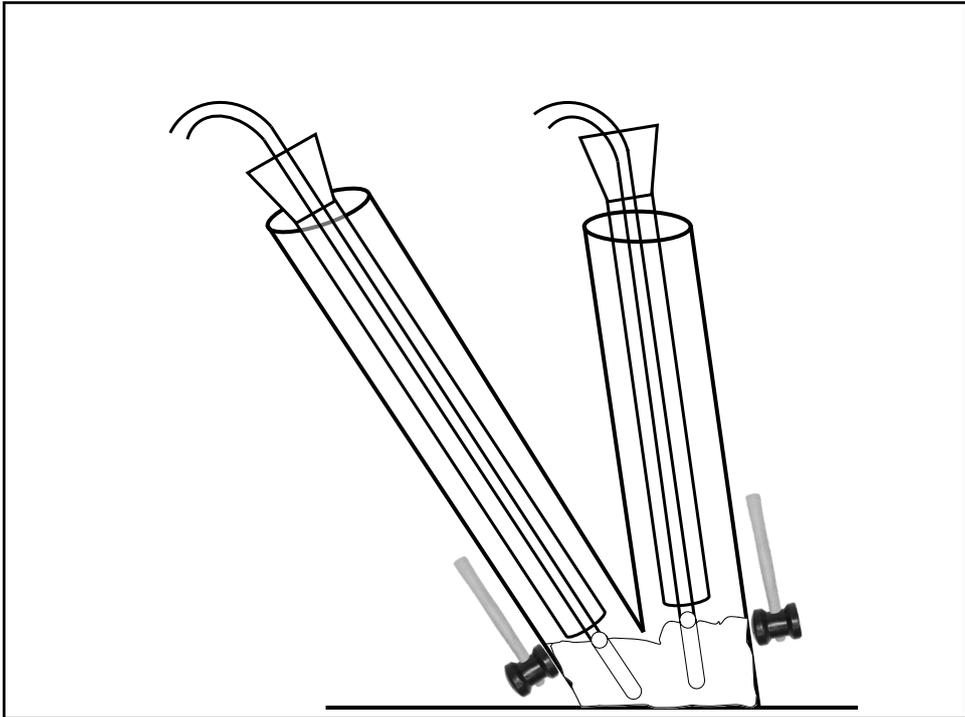
199



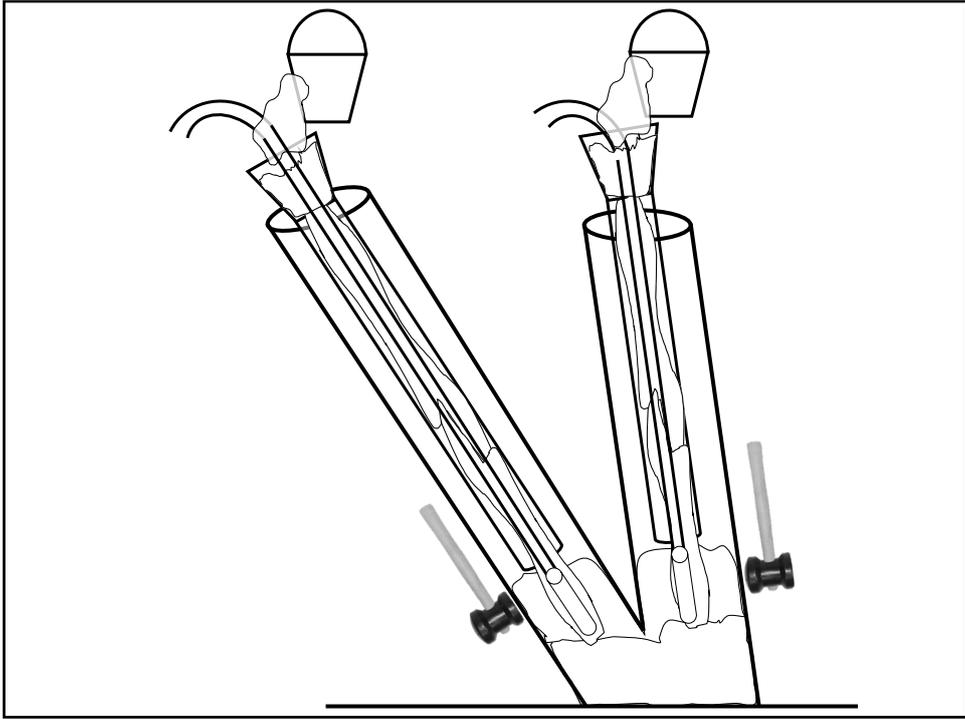
200



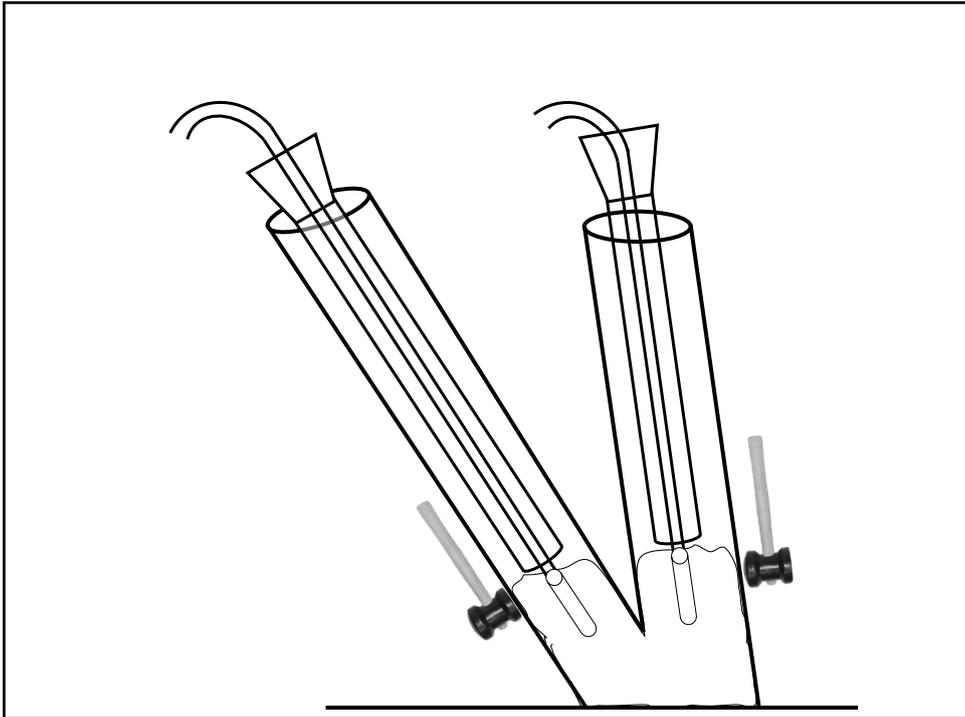
201



202



203



204



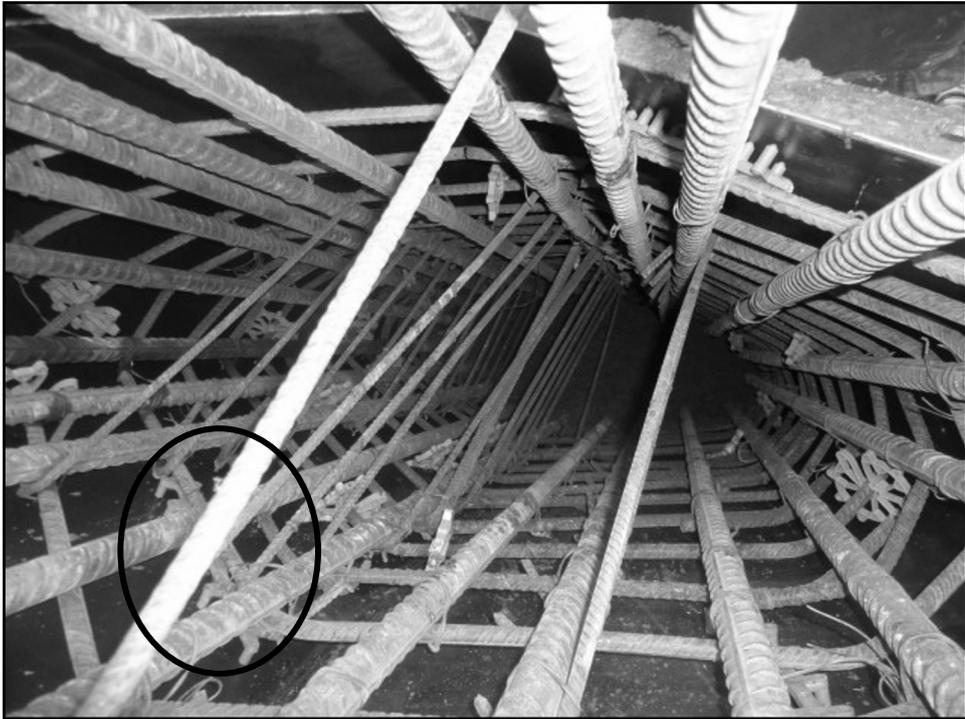
205



206



207



208



209



210



211

Resultado

212



213



214



215



216

Realidade

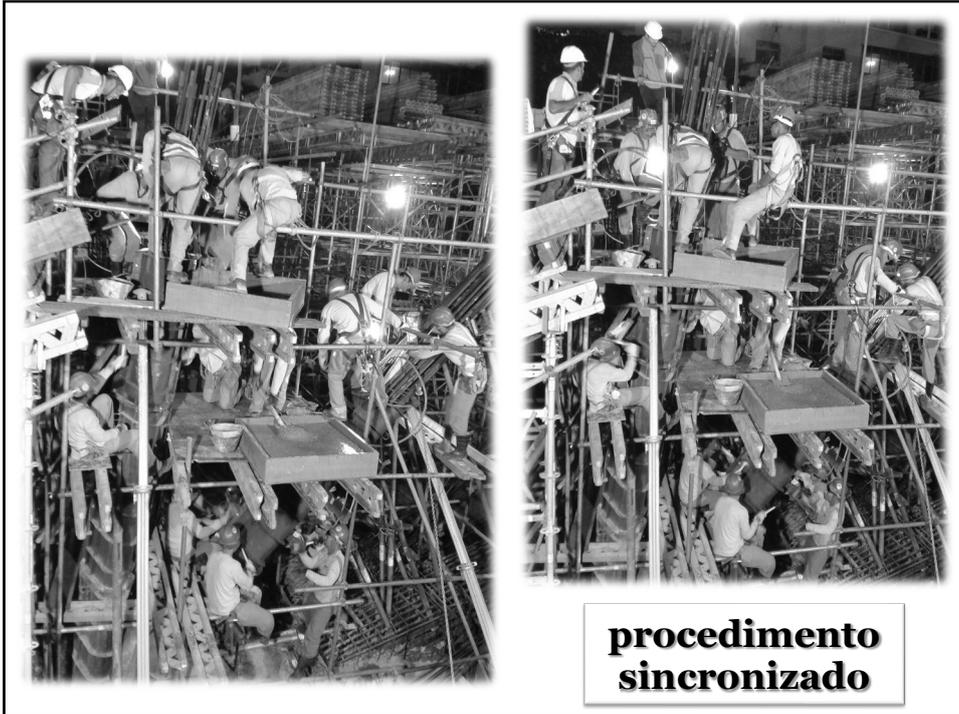
217

this media proudly hosted by:

www.orism.net

orism.net

218



219



220



221



222



223

Controle de qualidade e vida útil

Um concreto bem especificado, um fornecimento correto e uma execução adequada (e bem controlada) é suficiente para garantir a qualidade e a vida útil da estrutura?

não é somente isso...

224

Visão sistêmica da vida útil

Interação de três universos:

ENGENHARIA
E TECNOLOGIA

ARQUITETURA
PLANEJADA

MANUTENÇÃO
ADEQUADA

especificação do
material, cobertura...

proteções normalizadas
e detalhes construtivos

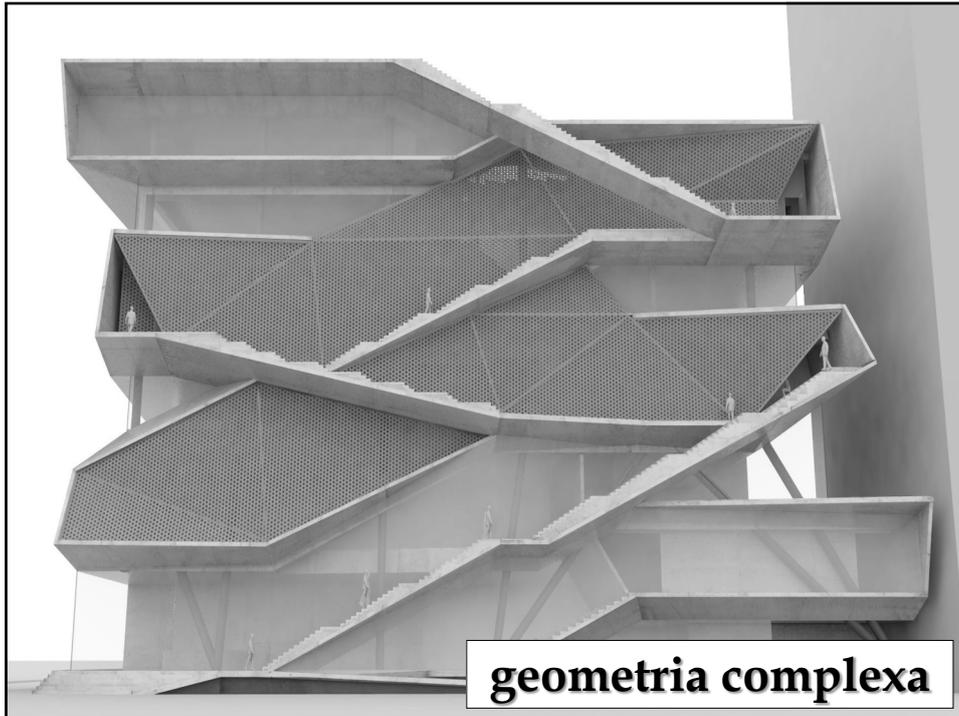
preventiva e corretiva
(normalizadas)

225

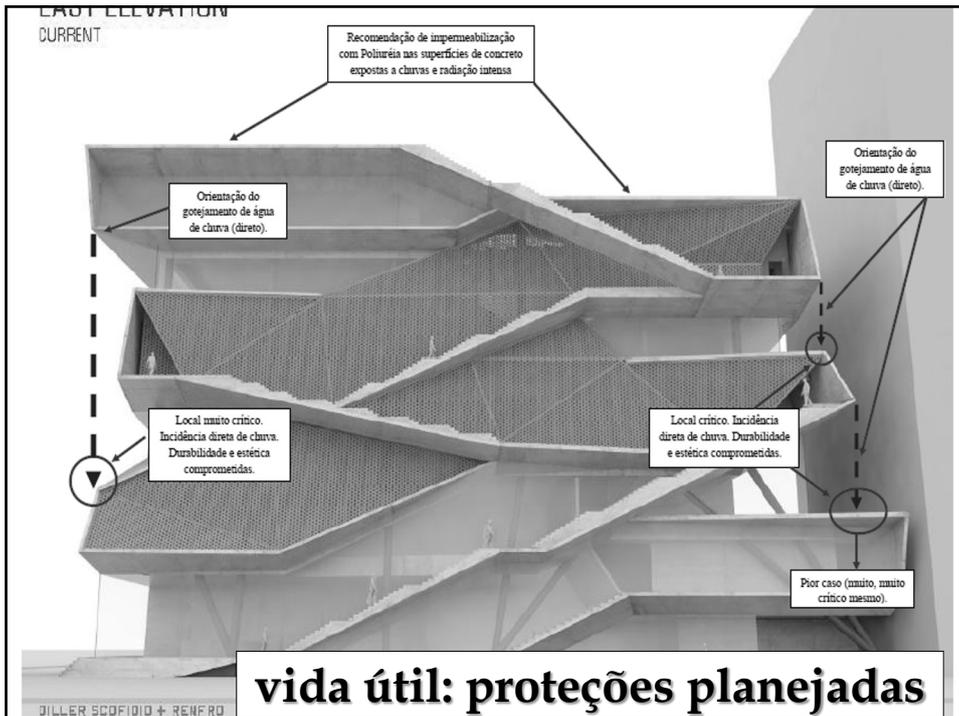
Exemplo



226



227



228



229



230



231

Arquitetura planejada

7 mm de projeção

15 mm de projeção

26 mm de projeção

39 mm de projeção

39 mm de projeção

39 mm de projeção

a

b

c

**cornijas, beirais,
pingadeiras ...**

Uemoto, 2005 apud Couper, 1974

232

Edifício Martinelli



**87 anos de idade,
(1929), vida útil ?**



233

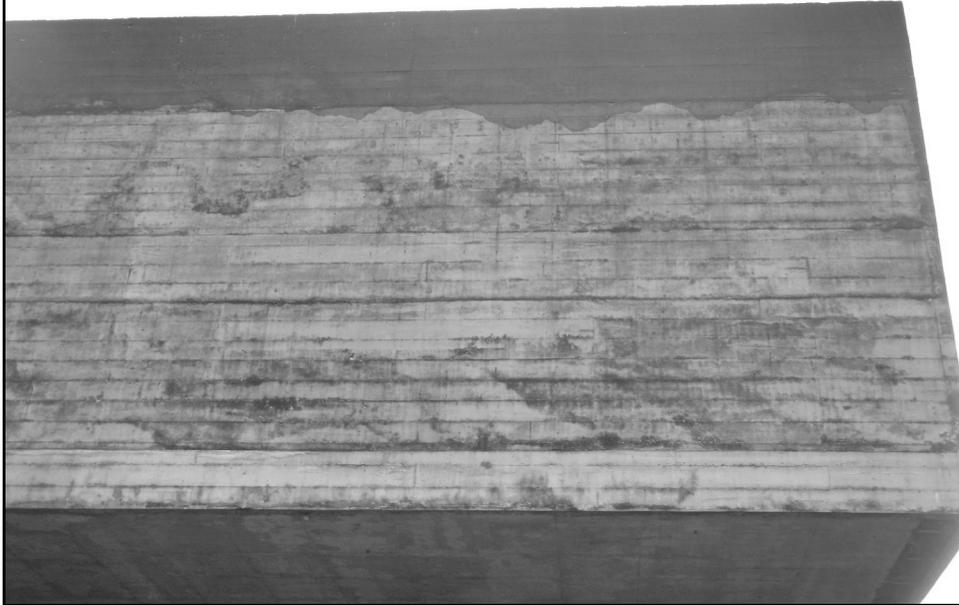


Exemplo...

40 anos de idade...

234

ABNT NBR 6118:2014, item 7.2.4 ?



235

Arquitetura planejada (norma)

ABNT NBR 6118:2014, item 7.2.4:

“Todos os topos de platibandas e paredes devem ser protegidos. Todos os beirais devem ter pingadeiras e os encontros em diferentes níveis devem ser protegidos por rufos”

de quem é a responsabilidade?

236

O problema não é somente estético...



40 anos de idade...

237

O problema não é somente estético...



risco de vida (não é a útil)

238

Outros exemplos



239

Outros exemplos



240

Enfoque em vida útil

Um concreto bem especificado, um fornecimento correto, uma execução adequada e uma arquitetura planejada é suficiente para garantir vida útil?

não é somente isso (ainda)...

241

Visão sistêmica da vida útil

Interação de três universos:



242



Manutenção
de estruturas

the official site of
THE EIFFEL TOWER

vamos refletir um pouco

Mid-December on the Eiffel Tower +
New Exhibit:
The Construction of the Eiffel Tower - 1887 to 1889

127 anos de idade!

243

Manutenção de estruturas

“A Torre Eiffel foi um projeto revolucionário em aço resistente, mas leve o suficiente para minimizar a força do vento e reduzir a sobrecarga em sua fundação. Ao mesmo tempo, sua construção foi econômica e esteticamente perfeita.

Mas, infelizmente, o aço não foi galvanizado.

O tamanho e a geometria da torre impõem um trabalho árduo de proteção contra a corrosão e manutenção do aço, e esta manutenção é particularmente difícil ...

Michael Martin, Internacional Zinco Association (www.iza.com)

244

Vida útil infinita?

... A operação de manutenção acontece a cada 7 anos, dura 14 meses e utiliza 60t de tinta sobre uma área de total de 200.000m². Durante esta operação, os reparos da torre de 320m de altura acontecem em toda a sua estrutura, por uma equipe de 25 pintores que removem a ferrugem, as sujeiras dos pássaros, as lascas de tinta e os danos causados pela poluição da cidade."

Michael Martin, Internacional Zinco Association (www.iza.com)

245

Enfoque em vida útil

ABNT NBR 6118:2014, item 25.3:

"De posse das informações dos projetos, dos materiais e dos produtos utilizados e da execução da obra, deve ser produzido por profissional habilitado, devidamente contratado pelo contratante, um manual de utilização, inspeção e manutenção..."

246

Enfoque em vida útil

ABNT NBR 6118:2014, item 25.3:

... Esse manual deve especificar, de forma clara e sucinta, os requisitos básicos para a utilização e a manutenção preventiva, necessários para garantir a vida útil prevista para a estrutura, conforme indicado na ABNT NBR 5674:2012."

quem define vida útil deve também estabelecer as ações de manutenção
ABNT NBR 15575-1 - Anexo C

247

Visão sistêmica da vida útil

Interação de três universos:



é possível !

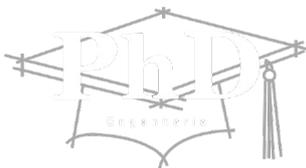
248

Mensagem final:

**Usar as normas
e as boas
práticas de
engenharia**

249

OBRIGADO!



"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"

www.phd.eng.br

11-2501-4822 / 23

11-95045-5408

250