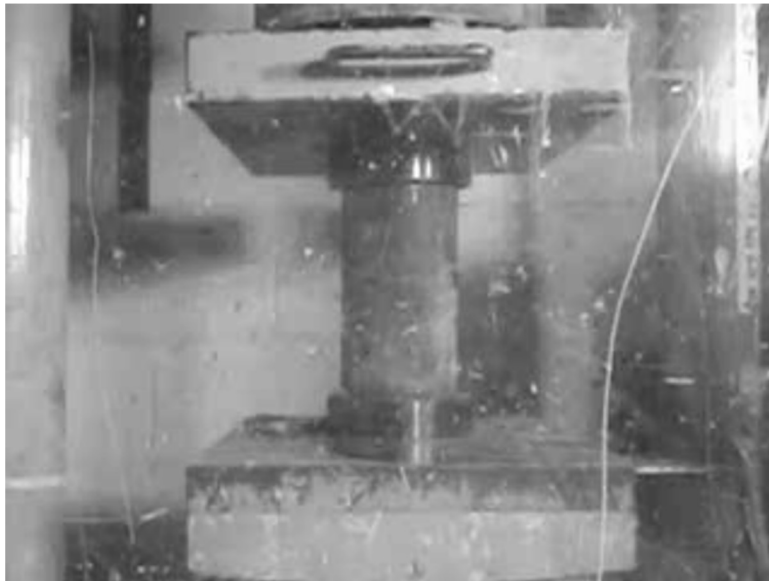


Mito ou verdade?

**O concreto de alta
resistência explode
em condições de
ruptura?**

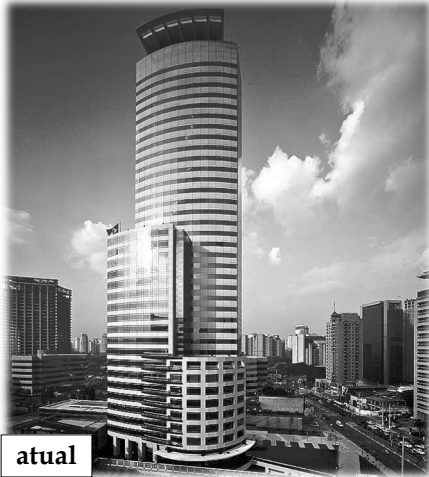
3

Mito ou verdade?



4

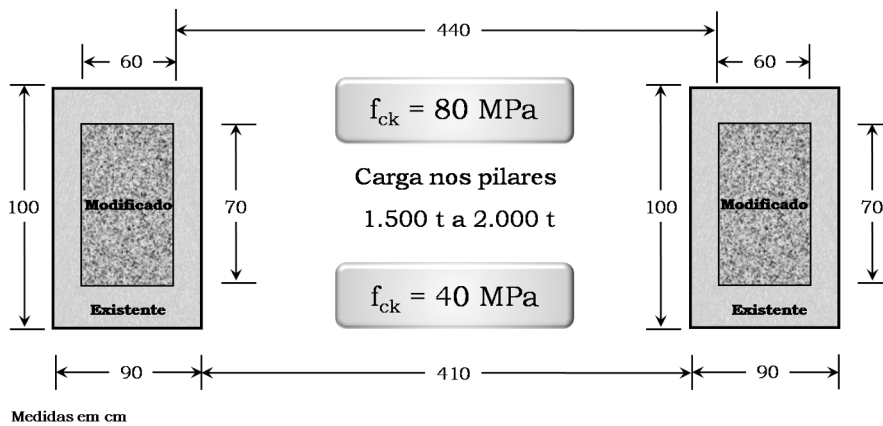
Contexto



concreto pigmentado

5

Contexto



adequação ao projeto

6

Contexto

Materiais	Quantidades (kg/m³)
Cimento CPV ARI + escória	460(cimento) +163 (escória)
Sílica ativa ou metacaulim	93 (15% de adição)
Agregado miúdo (quartzo)	550
Agregado graúdo (basalto)	1027
Pigmento inorgânico (óxido de ferro)	25 (4%)
Aditivo superplastificante (policarboxilato)	6,2 (1%)
Aditivo estabilizador de hidratação	3,2 (0,5%)
Água (relação água/materiais cimentícios = 0,19)	135 (a/mc = 0,19)

dosagem original

7

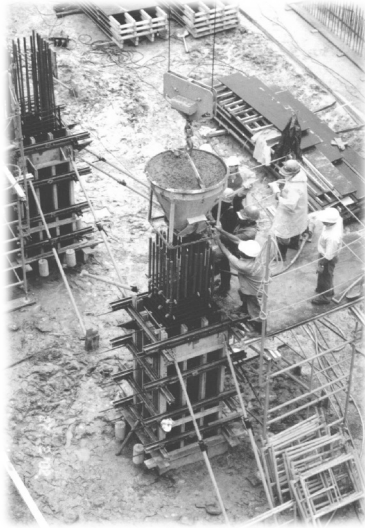
Contexto



aspecto do concreto

8

Contexto



concreto pigmentado

ACI homenageia engenheiro brasileiro

O reconhecido eng. Paulo Helene, professor titular da Universidade de São Paulo, foi premiado pelo ACI - American Concrete Institute - por sua contribuição ao desenvolvimento dos Concretos de Alto Desempenho - CADs, especialmente aqueles destinados a edifícios de grande altura.

A homenagem ocorreu no final de 2002, na cidade de Cancun, no México, como parte das atividades técnicas e sociais da quinta Conferência Internacional do ACI. Essa premiação faz parte das atividades internacionais do ACI que vem, nos últimos anos, buscando maior aproximação com a engenharia de concreto de outros países, principalmente latino-americanos.

O eng. Paulo Helene tem participado de obras de grande importância para a engenharia brasileira, tendo sido o consultor do CAD utilizado no edifício mais alto do Brasil, em São Paulo, e contribuído para a obtenção do recorde mundial de concreto de alta resistência aplicado em estruturas de edifícios (125 MPa) no empreendimento e-Tower, também em São Paulo.



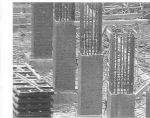
RECORDE



Pilar de 41' subscido - alta resistência



Abatimento do tronco de cone (14x4 mm)



Pilares de alta resistência do 1º subscido

NOVO RECORDE EM CONCRETO DE ALTO DESEMPENHO

PERTENCE AO BRASIL ESTA NOVA FAÇANHA, OBTIDA EM RESISTÊNCIA DE CONCRETO EM OBRA COM MÉDIA DE 125 MPa A 28D E MÁXIMO DE 149MPa.

É colocar a Engenharia brasileira no Livro dos Recordes, e resultado do trabalho de uma equipe de pesquisadores, engenheiros e construtores, da qual faz parte o Eng. Paulo Helene - Prof. Titular da Universidade de São Paulo PCC, USP, consultor do projeto e um dos maiores especialistas brasileiros no assunto. A Revista Ibracon foi ouvir Paulo Helene, que fez gentilmente o seguinte relato:

Eu prefiro chamar de um 'grande e sonhador' projeto que se insere dentro das iniciativas de demonstrar ao mundo a capacitação profissional da engenharia de concreto brasileira com fatos inequívocos.

Claro está que isso também representa um excelente instrumento de valorização da auto-estima do engenheiro



Concretagem dos pilares de alta resistência do 1º subscido



Concretagem dos pilares de alta resistência do 1º subscido

civil, carreira profissional que sempre foi muito valorizada e respeitada e que, infelizmente, hoje vem sendo preterida a favor de outras, tipo: telecomunicações, mecatrônica, produção. Não há dúvidas que essas outras carreiras são excitantes e atraentes porém, também não há dúvida de que o 'comando' dessas áreas de conhecimento jamais estarão em mãos da engenharia nacional. Parece ainda muito longe o dia que será possível a

um grupo de engenheiros brasileiros projetar e construir o melhor carro do mundo, ou até mesmo um carro popular em larga escala, enquanto na engenharia civil ainda é possível sonhar pois as empresas são brasileiras, a gestão é brasileira e o conhecimento que aqui tem sido gerado é aqui mesmo bem utilizado, tanto em projeto quanto em produção. Retornemos ao 'projeto'. Com o objetivo de superar limites, um grupo de profiss-

250 anos de garantia.

Este produto de alta qualidade, desenvolvido em um processo de pesquisa e desenvolvimento avançado, oferece a você a melhor solução para a construção de estruturas de concreto armado. É fabricado em um processo de alta tecnologia, utilizando a melhor matéria-prima disponível no mercado. Sua aplicação é indicada para a construção de estruturas de concreto armado, como pilares, vigas, lajes e paredes. Seu uso garante a durabilidade e a resistência das estruturas, proporcionando a você a melhor solução para a construção de estruturas de concreto armado.

CONCRETO ENGEMIX

11



12

(Re) caracterização do concreto



após oito anos
de idade:

140 MPa



13

Corte, içamento e transporte



✓ corte com uso de fio
diamantado

✓ içamento e transporte
da amostra



14

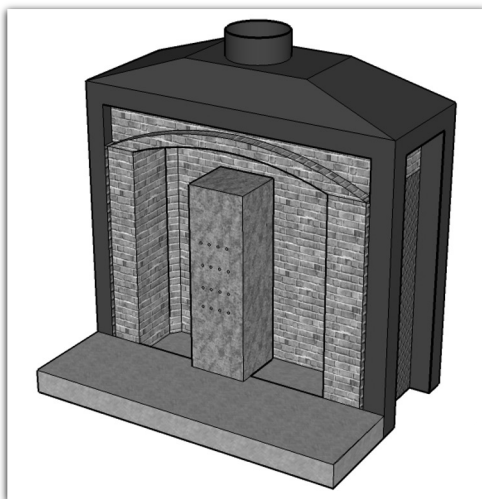
Amostra remanescente



região das extrações dos testemunhos

15

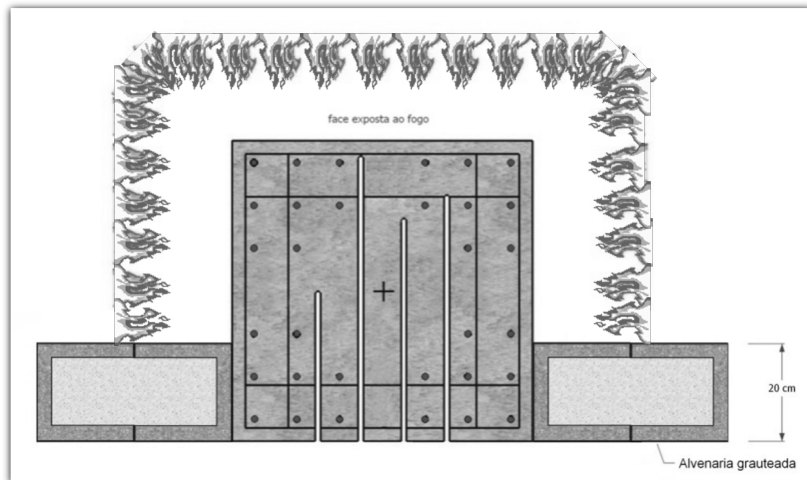
Esquema geral do experimento



- ✓ forno IPT (tradição)
- ✓ logística: 600m
- ✓ sem carregamento
- ✓ exposição: três faces
- ✓ curva-padrão ISO 834
- ✓ simulação: 180 min

16

Esquema da simulação (em planta)



exposição em três faces

17

Resultados preliminares: integridade



condições da amostra após o ensaio

18

Integridade: *spalling*

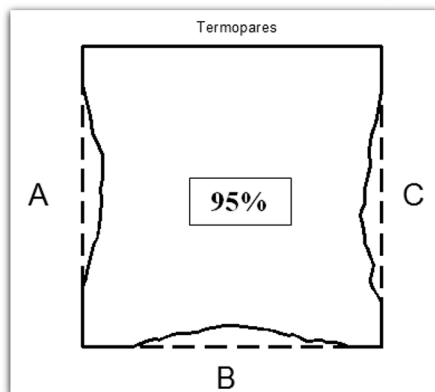


- ✓ *spalling* superficial
- ✓ ocorrência: 36min (inicial)
- ✓ som “pipocamento”
- ✓ arestas intactas
- ✓ tipo: deslocamento
- ✓ profundidade: 0 até 48mm (num único ponto), média de 9,3mm

19

Integridade: seção transversal

aproximadamente 5 %
da área da seção transversal
perdida por *spalling*



profundidade de *spalling*
quantificada em 450
pontos (150 por face)

**profundidade
média: 9,3mm**

20

Integridade: armadura exposta

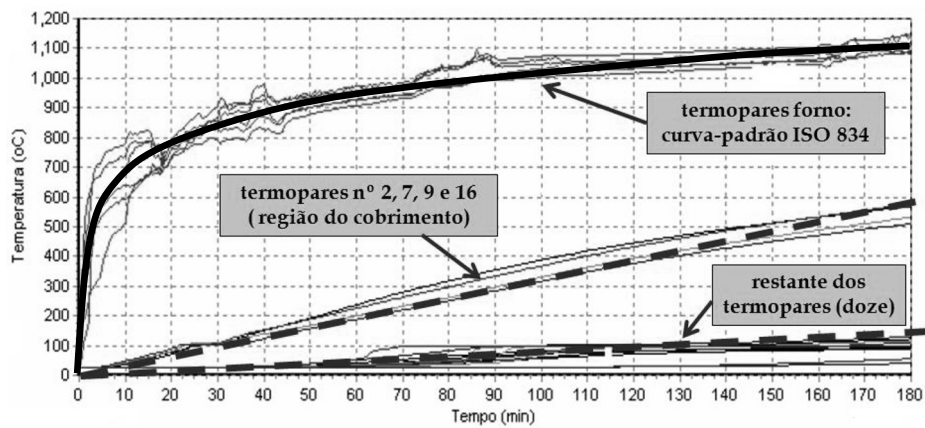


armadura exposta:

inferior a 5%

21

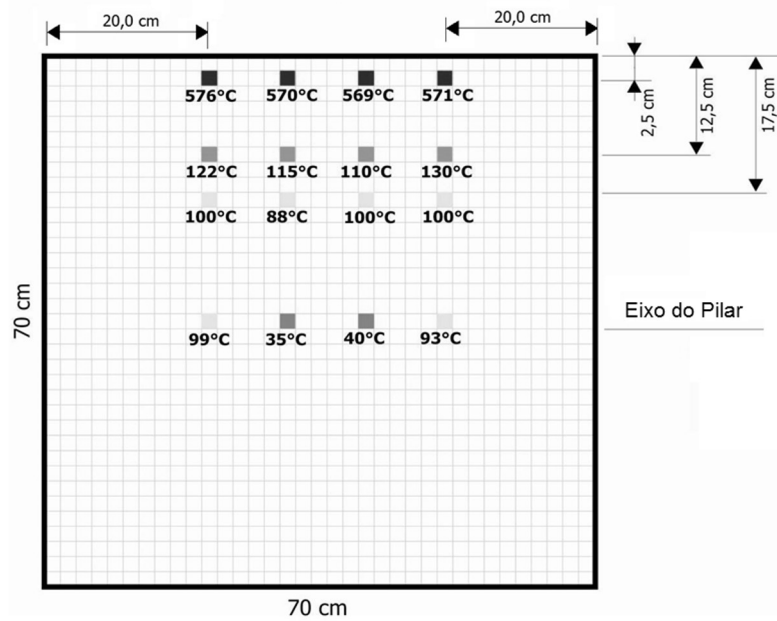
Evolução das temperaturas



termopares internos e externos

22

Temperaturas: instante 180 minutos



23

Mito ou verdade?

**O concreto de
alta resistência
explode?**

é um material extraordinário...

24

O que é um concreto especial?

25

O universo do concreto

- ✓ normal/convencional
- ✓ estrutural leve
- ✓ de alta resistência
- ✓ autoadensável
- ✓ concreto massa
- ✓ reforçado com fibras
- ✓ contendo polímeros
- ✓ de retração compensada
- ✓ concreto projetado
- ✓ concreto centrifugado
- ✓ pesado para blindagem de radiação
- ✓ compactado com rolo
- ✓ branco ou coloridos
- ✓ translúcido
- ✓ fotogravado
- ✓ autolimpante
- ✓ concreto...

**independentemente do
tipo, todos podem estar
submetidos ao mesmo
processo de deterioração**

26



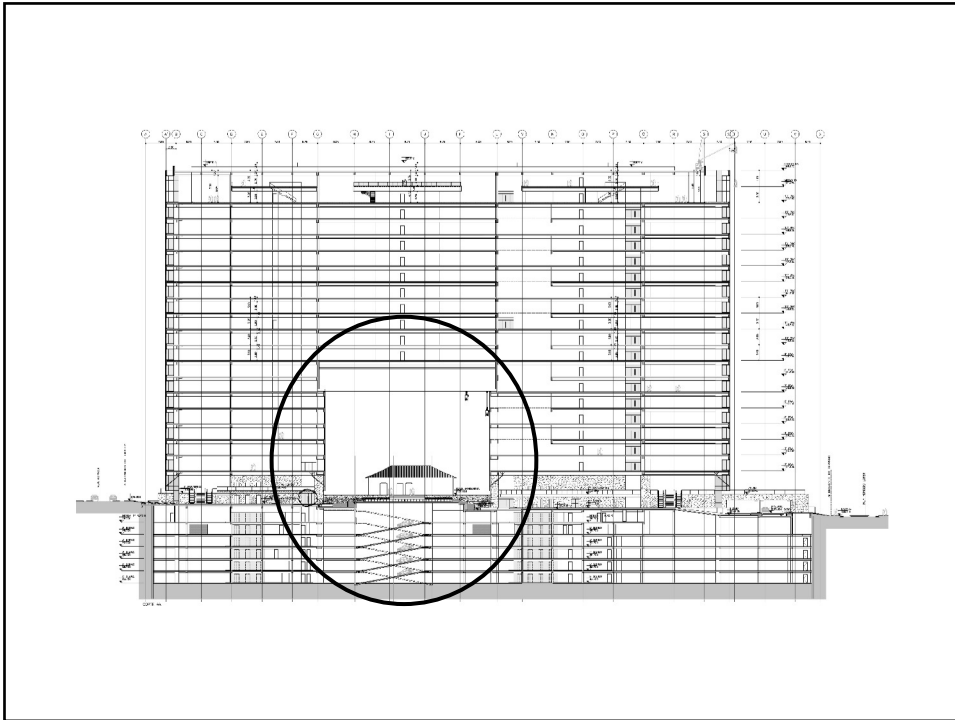
27



28



29



30



31

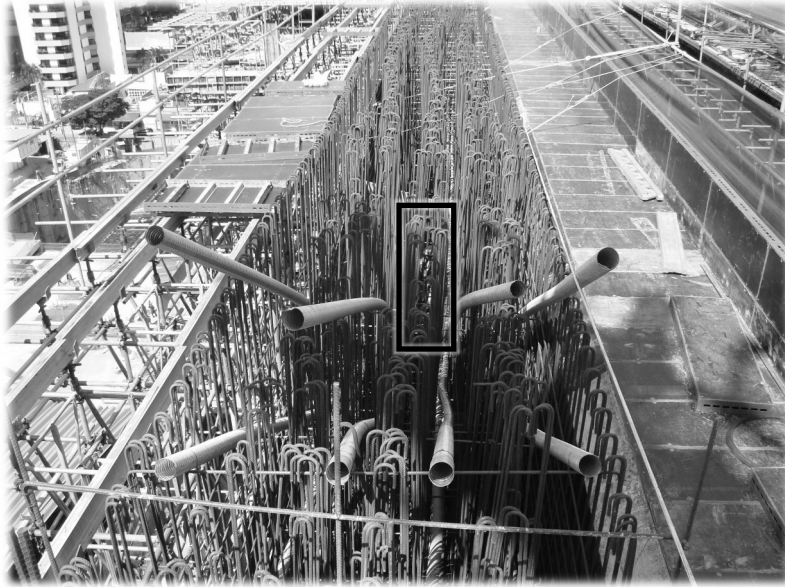
Características

- ✓ dimensões da viga: 44,40m x 2,5m* x **6,0m**
- ✓ geometria "Viga T"
- ✓ volume de concreto: 800m³ (concreto massa)
- ✓ concreto: f_{ck} 50MPa (autoadensável)
- ✓ uso de gelo: 100% (somente umidade dos agregados)

o estudo de dosagem deve atender estas condições

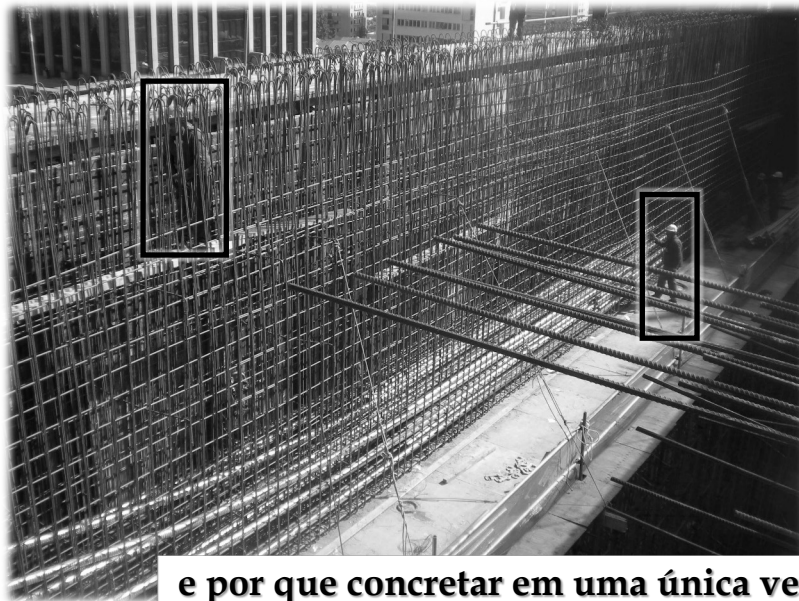
32

Por que concreto autoadensável?



33

Por que concreto autoadensável?



e por que concretar em uma única vez?

34



35

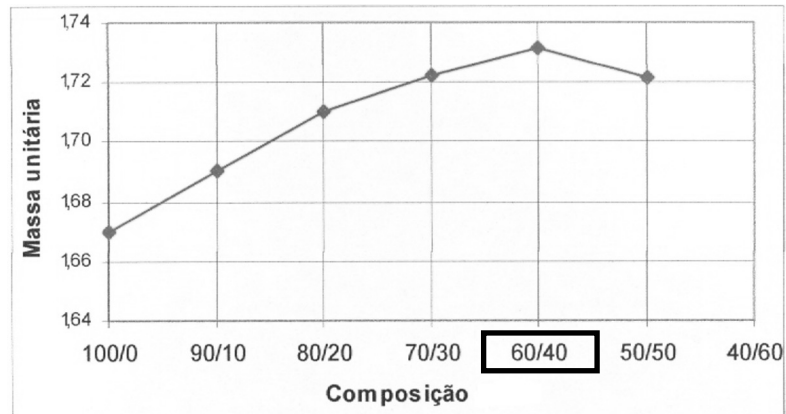
Estudo de dosagem

empacotamento teórico (de Larrard, 1999)

tamanho, forma e textura dos grãos

36

Estudo de dosagem (na prática)



**empacotamento empírico
(Helene e Terzian, 1992)**

Libório et al, 2008

37



concretos milagrosos



38

Todo o concreto é especial!

39



O CONCRETO É IMPERMEÁVEL?

BOAS PRÁTICAS NA EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO

**POR: DR. CARLOS BAREZ
PHD ENGENHARIA**

É com muita satisfação que estreio essa coluna da Revista Estrutura com a temática envolvendo boas práticas na execução de estruturas de concreto. Basicamente, o concreto pode ser definido como um conglomerado artificial obtido pelo endurecimento de uma mistura conveniente de um aglomerante hidráulico, água, agregados e eventualmente aditivos e adjuvantes. No concreto de cimento hidráulico, o meio aglomerante é formado por uma mistura de cimento hidráulico e água. O cimento é um material



FIGURA 1 - PROBLEMAS DE ESTANQUEIDADE EM ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO (EM JUNTAS E FISSURAS)

58

REVISTA ESTRUTURA | JULHO - 2016

40



41

**ESTANQUEIDADE DE LAJES DE SUBPRESSÃO
CASO MIS-RJ**

**Carlos Brites¹
Jéssika Pacheco¹
Paulo Helene¹
Suely Bueno²**

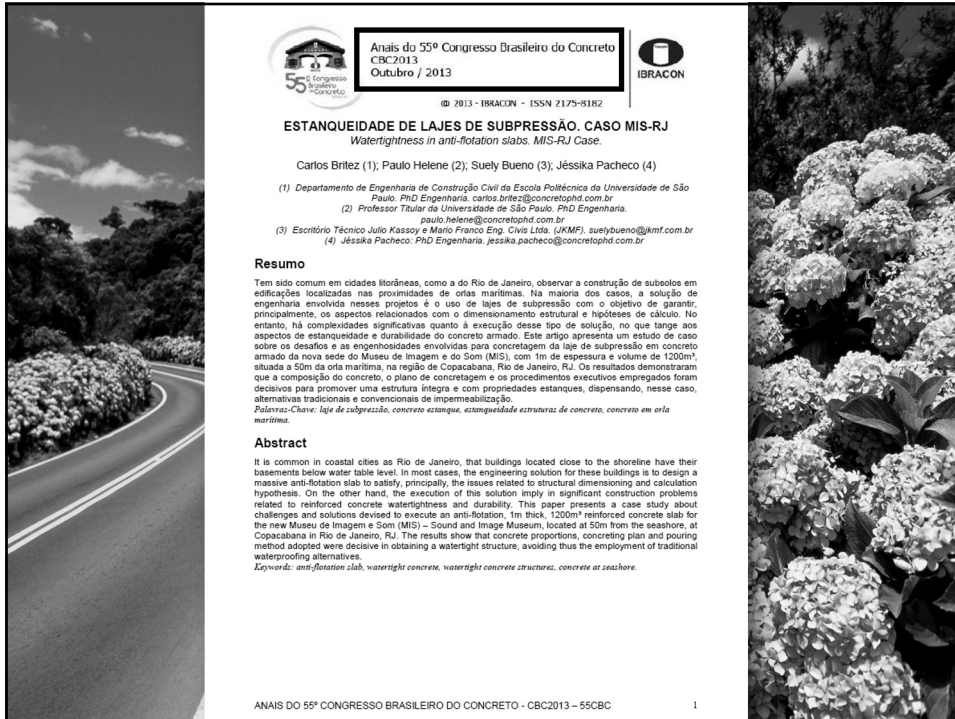
¹ PhD Engenharia ² JKMF



The image is a composite graphic. On the right side, there is a detailed architectural rendering of a modern building with a prominent cantilevered section. The building has a complex, angular design with a perforated facade on the lower part of the cantilever. People are shown walking on the different levels of the building. On the left side, there is a background image of a coastal cityscape with palm trees and buildings. In the bottom left corner, there is a logo for the 56th Brazilian Concrete Congress (56º Congresso Brasileiro de Concreto) held in Natal, RN. In the bottom center, there is the logo for IBRACON. At the bottom, the text '56º CBC', '10/10/2014', and 'Natal/RN' is displayed.

56º CBC **10/10/2014** **Natal/RN**

42



43



44

Conceito de Estanqueidade (premissas)

- ✓ **Concreto:** deve ser resistente, íntegro, de baixíssima permeabilidade e durável;
- ✓ **Cuidados e procedimentos de execução:** conjunto de engenhosidades e técnicas de bem construir → estrutura final estanque;

Os estudos mostram que as falhas em estruturas hidráulicas estão relacionadas menos com o material empregado e mais com as técnicas e procedimentos de execução.

45

Características do concreto

- ✓ $f_{ck} \geq 50\text{MPa}$ (aos 28 dias de idade);
- ✓ relação a/c = 0,4 → classe de agressividade IV;
- ✓ teor de argamassa = 52 a 55% → lançamento e trabalhabilidade;
- ✓ consistência = 16 a 25cm → segregação e exsudação
- ✓ adições:
 - ✓ 5% de sílica ativa → CAR e prevenção de RAA;

✓ aditivo impermeabilizante por cristalização integral c/ propriedade de autocicatrização de fissuras → teor dependente da concentração e do fabricante

46

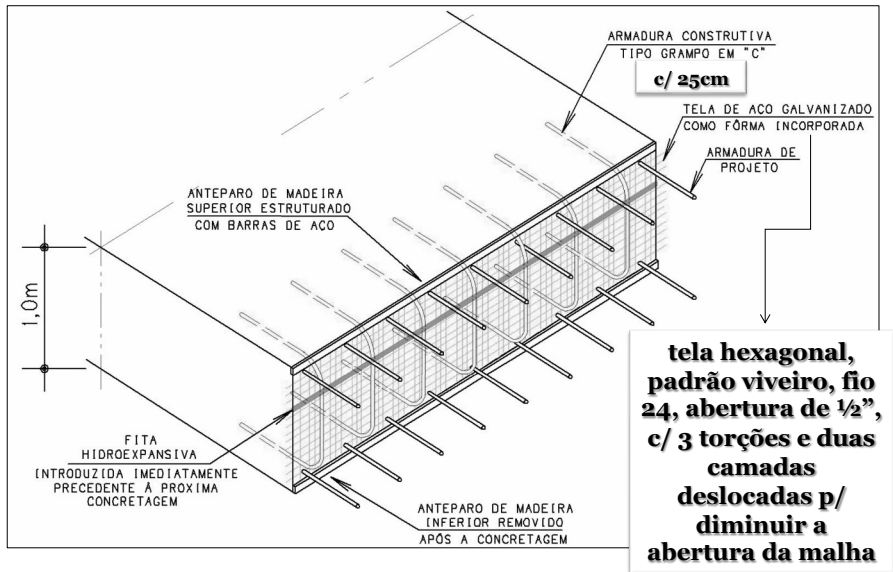


47

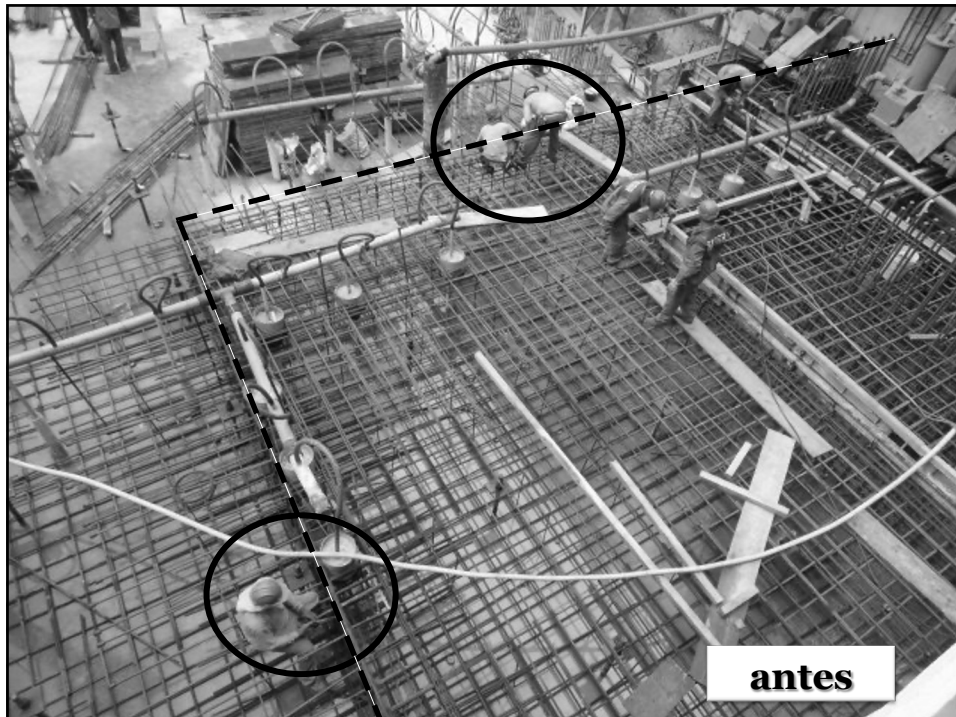


48

Junta de concretagem



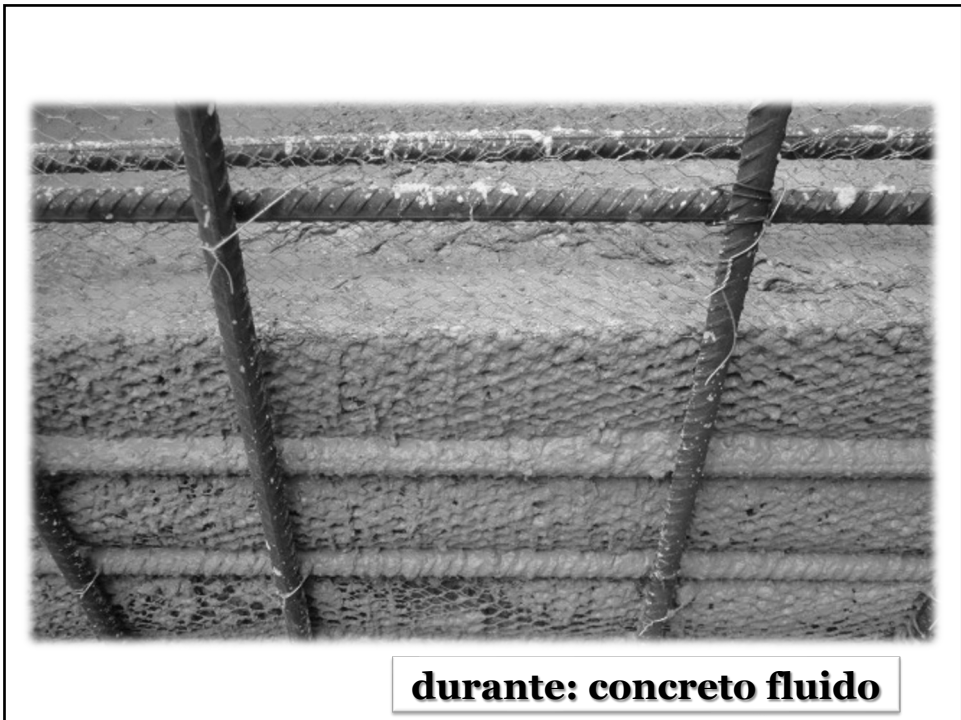
49



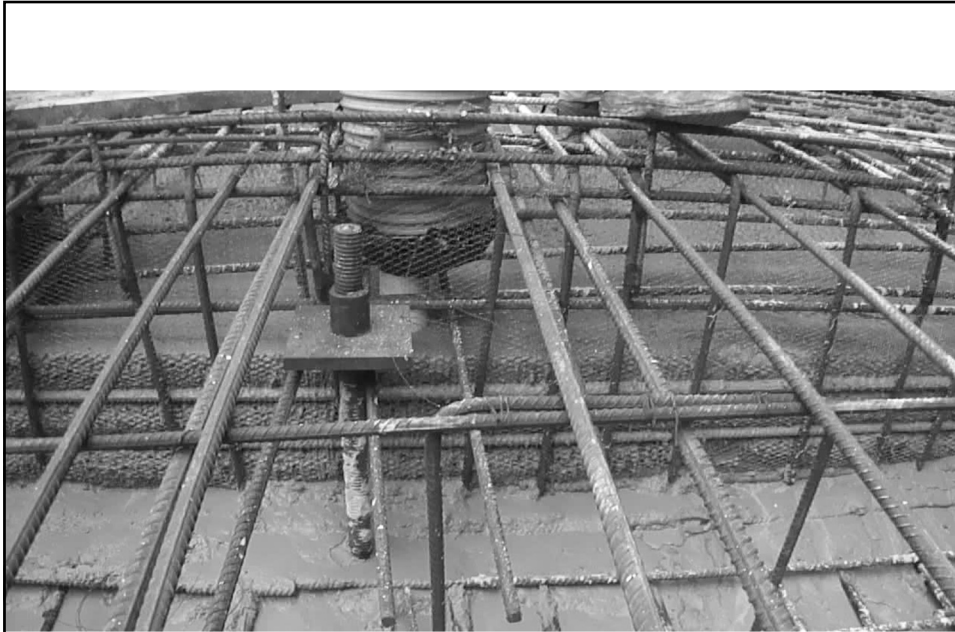
50



51



52



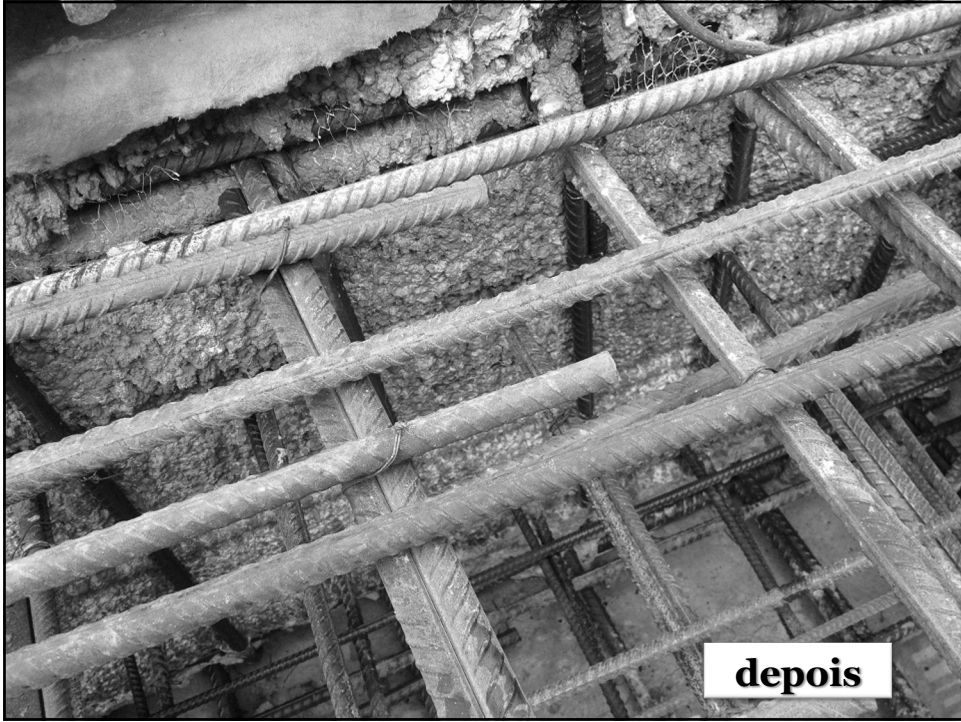
durante: concreto fluido

53

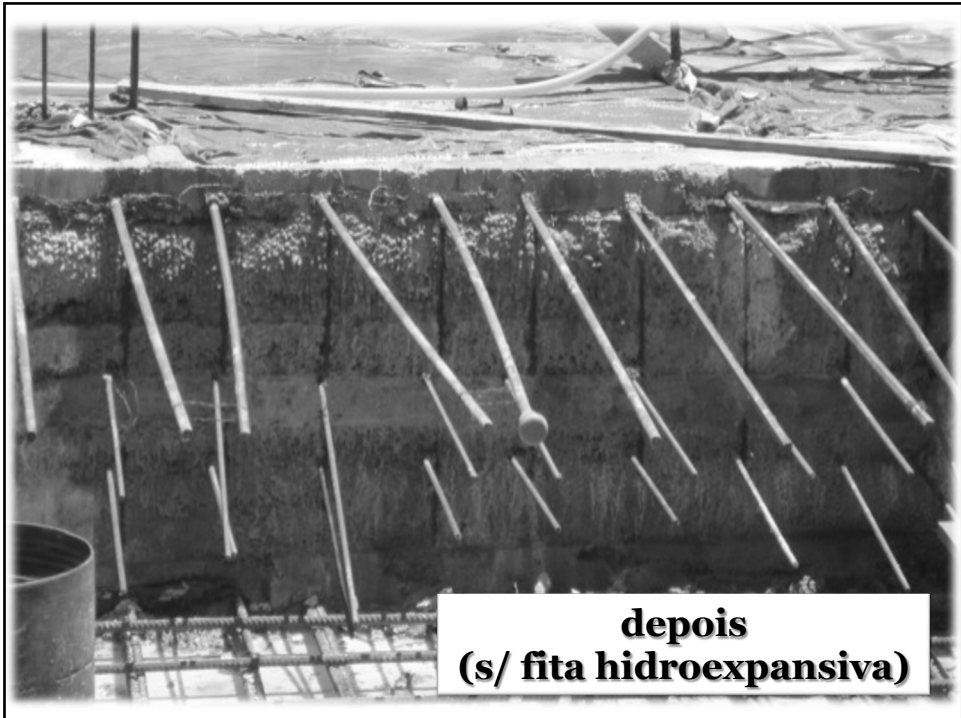


durante: concreto fluido

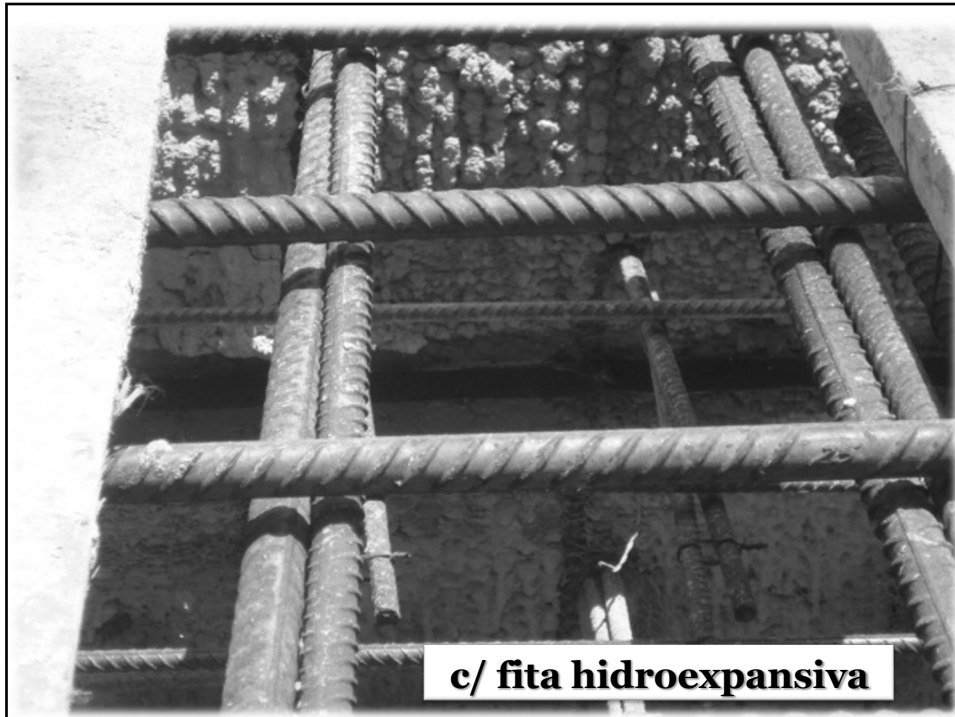
54



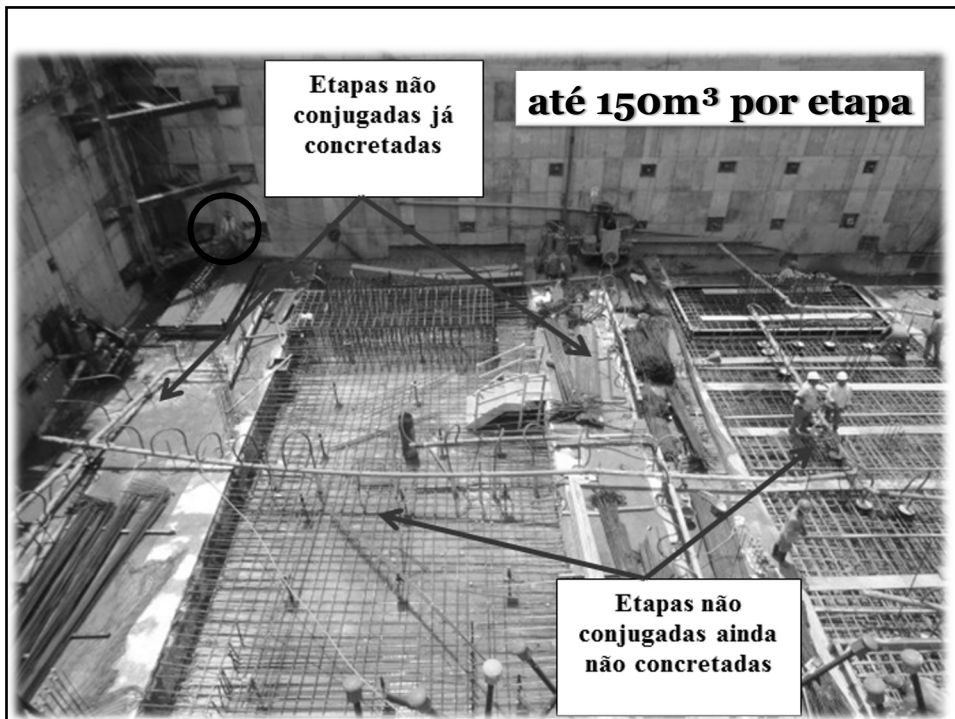
55



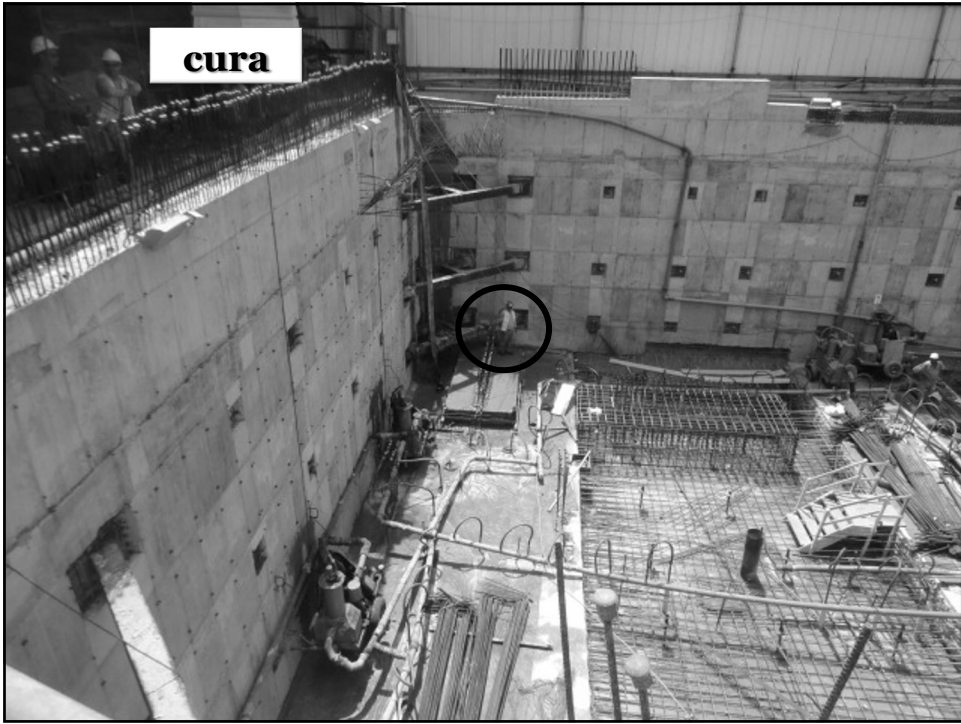
56



57



58



59



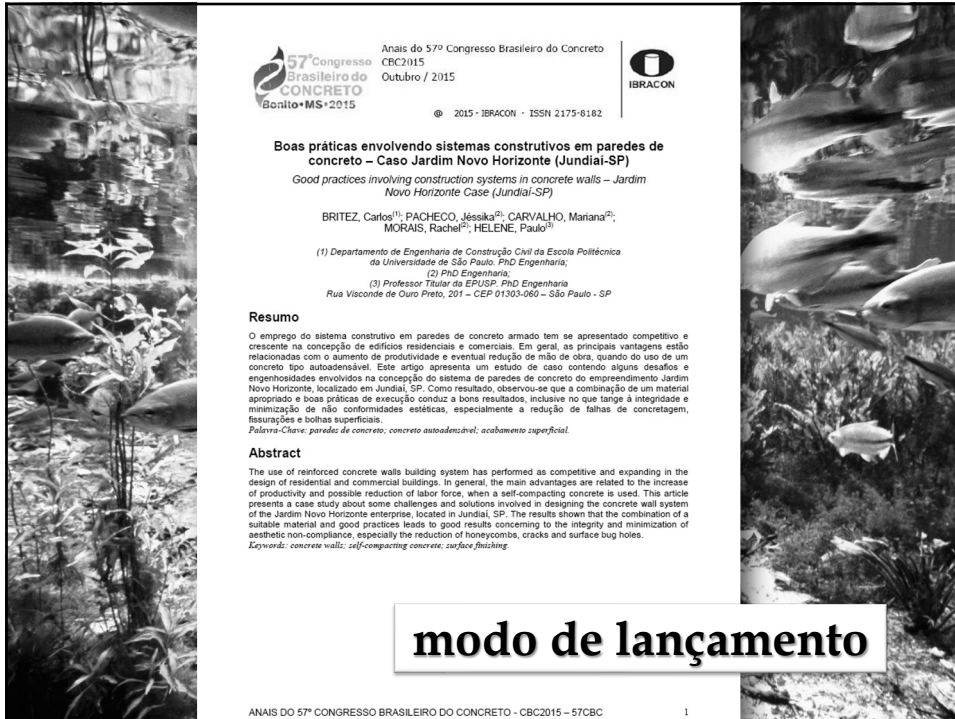
60



61

**concreto
impermeável ≠
de estrutura
estanque**

62



Anais do 57º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2015
Outubro / 2015

57º Congresso Brasileiro do CONCRETO
Bonito • MS • 2015

IBRACON

© 2015 - IBRACON - ISSN 2175-8182

Boas práticas envolvendo sistemas construtivos em paredes de concreto – Caso Jardim Novo Horizonte (Jundiaí-SP)
Good practices involving construction systems in concrete walls – Jardim Novo Horizonte Case (Jundiaí-SP)

BRITEZ, Carlos⁽¹⁾; PACHECO, Jéssica⁽²⁾; CARVALHO, Mariana⁽²⁾;
MORAIS, Rachel⁽²⁾; HELENE, Paulo⁽³⁾

(1) Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, PhD Engenharia;
(2) PhD Engenharia;
(3) Professor Titular da EPUSP, PhD Engenharia
Rua Visconde de Ouro Preto, 201 – CEP 01303-060 – São Paulo - SP

Resumo
O emprego do sistema construtivo em paredes de concreto armado tem se apresentado competitivo e crescente na concepção de edifícios residenciais e comerciais. Em geral, as principais vantagens estão relacionadas com o aumento de produtividade e eventual redução de mão de obra, quando do uso de um concreto tipo autoadensável. Este artigo apresenta um estudo de caso contendo alguns desafios e engenhosidades envolvidos na concepção do sistema de paredes de concreto do empreendimento Jardim Novo Horizonte, localizado em Jundiaí, SP. Como resultado, observou-se que a combinação de um material apropriado e boas práticas de execução conduz a bons resultados, inclusive no que tange à integridade e minimização de não conformidades estéticas, especialmente a redução de falhas de concretagem, fissurações e bolhas superficiais.
Palavra-Chave: paredes de concreto; concreto autoadensável; acabamento superficial.

Abstract
The use of reinforced concrete walls building system has performed as competitive and expanding in the design of residential and commercial buildings. In general, the main advantages are related to the increase of productivity and possible reduction of labor force, when a self-compacting concrete is used. This article presents a case study about some challenges and solutions involved in designing the concrete wall system of the Jardim Novo Horizonte enterprise, located in Jundiaí, SP. The results shown that the combination of a suitable material and good practices leads to good results concerning to the integrity and minimization of aesthetic non-compliance, especially the reduction of honeycombs, cracks and surface bug holes.
Keyword: concrete walls; self-compacting concrete; surface finishing.

modo de lançamento

ANAI DO 57º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO - CBC2015 - 57CBC 1

63



BOAS PRÁTICAS NA EXECUÇÃO DE PAREDES DE CONCRETO – OBRA JD. NOVO HORIZONTE – JUNDIAÍ-SP. (ESTUDO DE CASO)

57ºCBC

Bonito / MS

64

Ficha Técnica

Obra: Jardim Novo Horizonte (Jundiaí L);

Local: Jundiaí / SP (60km da capital);

Área Terreno: ~ 190.000 m²;

Área Construída: ~ 137.000 m²;

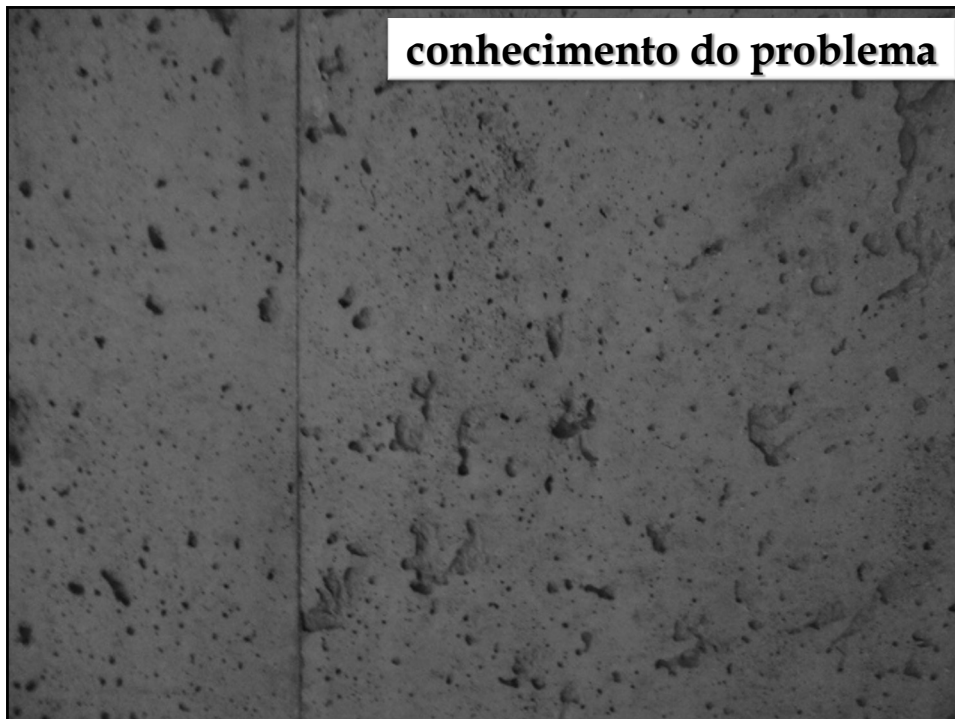
Construtora: Engelux Construtora Ltda.

Concreto autoadensável: Engemix (Votorantim Cimentos);

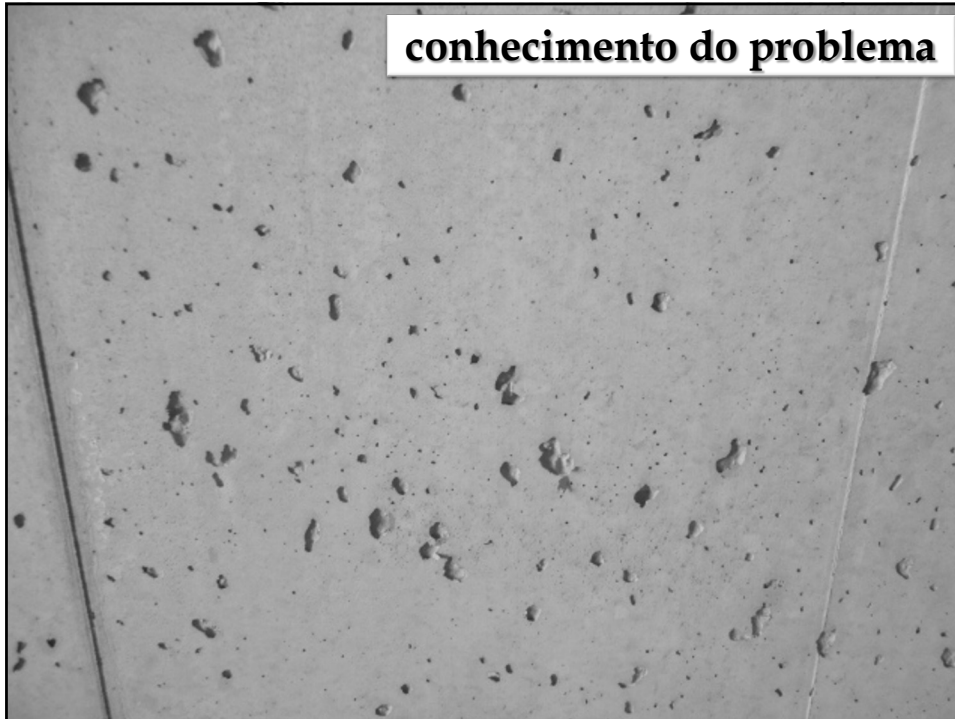
Empreendimento: 6 Lotes contendo ao todo 68 torres, com 4 Pavimentos (térreo + 3) e 4 apartamentos por andar de 44m² (cada). Total de 1.088 unidades;

Programa Habitacional Federal *Minha Casa Minha Vida*.

65



66



67

Condicionantes (hipóteses)

- ✓ **Material concreto (fluido ou autoadensável?)**
- ✓ **Insumos específicos (cimento, agregados, aditivos...)**
- ✓ **Modo de lançamento (bombeamento, velocidade...)**
- ✓ **Limpeza das fôrmas (precisa?)**
- ✓ **Desmoldantes (vegetal, animal, mineral...)**
- ✓ **Qualidade do acabamento da fôrma (metálica, PVC...)**
- ✓ **Condições ambientais (temperatura, umidade, vento)**

68

concreto autoadensável



69

Concreto autoadensável?



ABNT NBR 15823

70



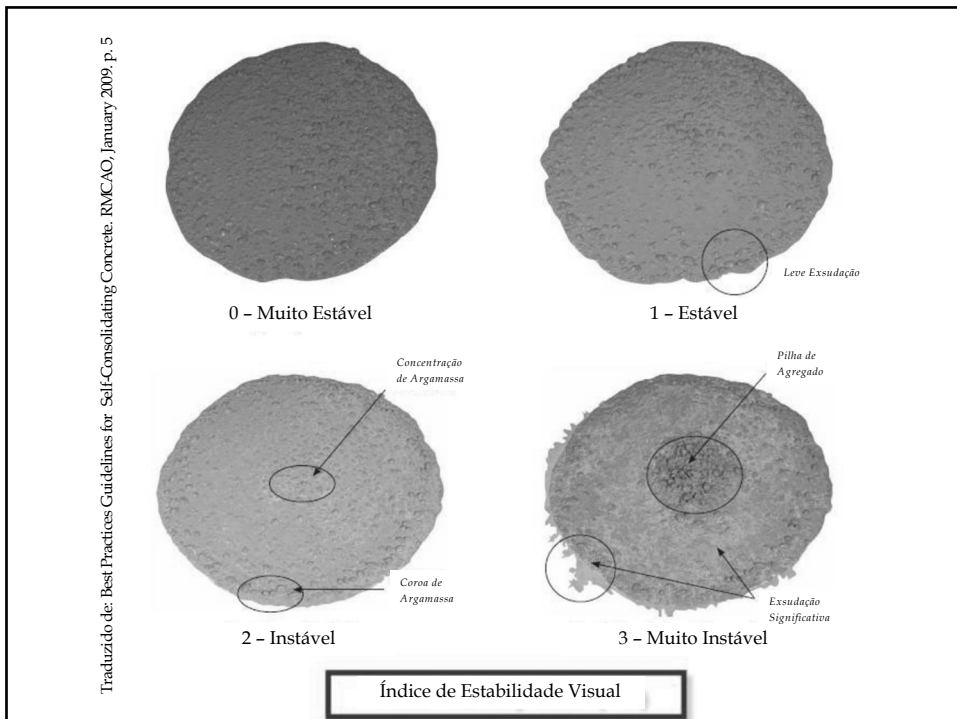
71



72



73



74

Home

Categorias

- Anais 35
- Artigos Técnicos 4034
- Livros Técnicos 8
- Práticas Recomendadas 5
- Revistas 73

PRÁTICAS RECOMENDADAS

ISBN / ISSN: 978-85-98576-25-1

CONCRETO AUTOADENSÁVEL - EBOOK
1ª edição



PRÁTICA RECOMENDADA IBRACON
CONCRETO AUTOADENSÁVEL

COMITÊ TÉCNICO CT-202
Coordenador: Romário Feresse Tarkenton
Secretaria: Edsonete Garcia

IBRACON

R\$ 25,00 ou R\$ 15,00 (somente para associados)

<http://www.lojaibracon.org.br/>

75



76



77

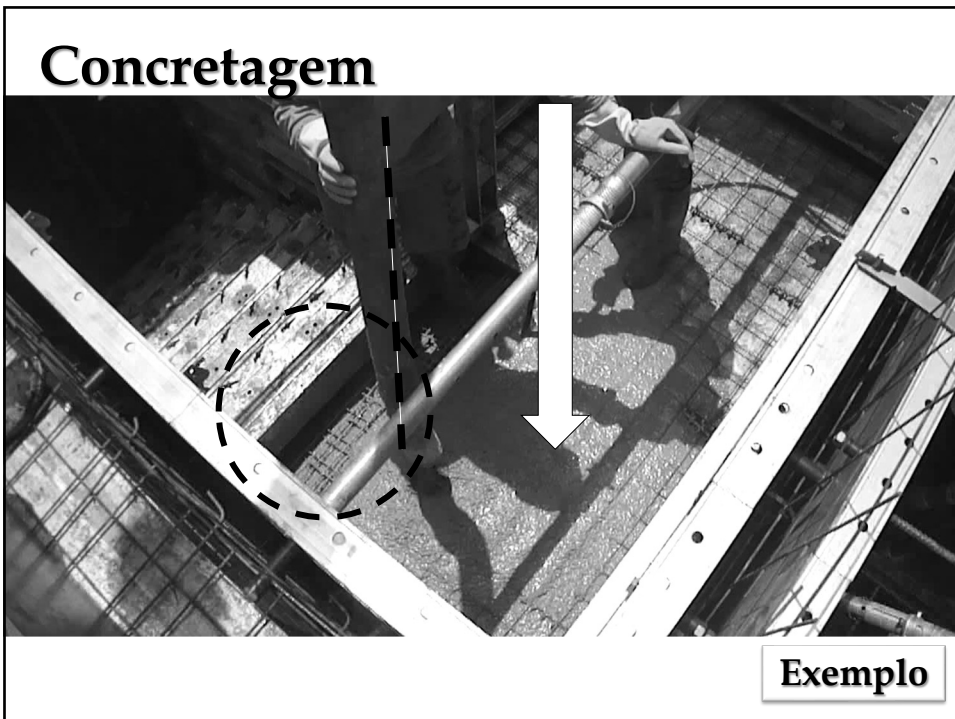
Condicionantes (enfoque)

- ✓ Material concreto (fluido ou autoadensável?)
- ✓ Insumos específicos (cimento, agregados, aditivos...)
- ✓ Modo de lançamento (bombeamento, velocidade...)
- ✓ Limpeza das fôrmas (precisa?)
- ✓ Desmoldantes (vegetal, animal, mineral...)
- ✓ Qualidade do acabamento da fôrma (metálica, PVC...)
- ✓ Condições ambientais (temperatura, umidade, vento)

78



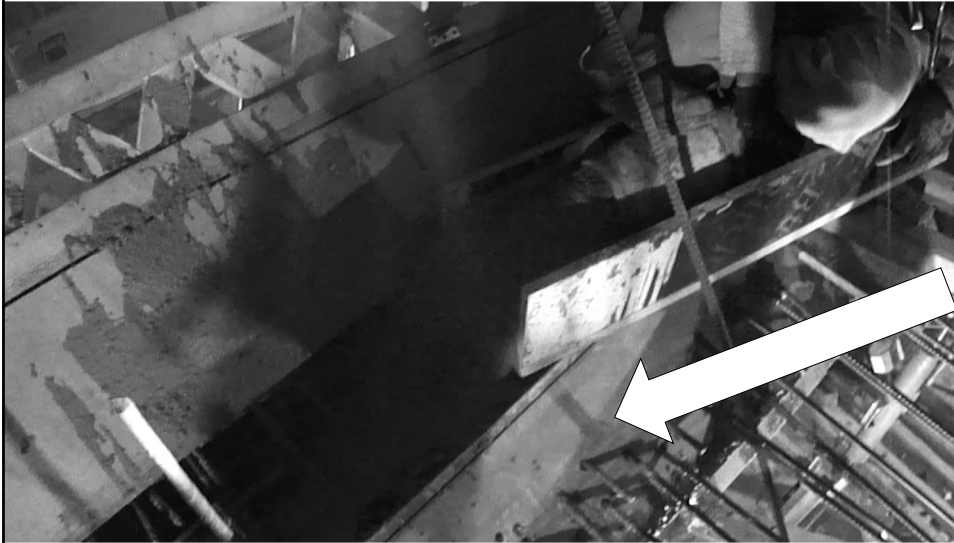
79



80

analogia

vídeo



Exemplo

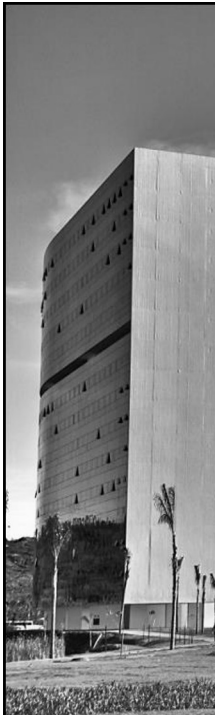
81



82



83





Anais do 58º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2016
Outubro / 2016



© 2016 - IBRACON - ISSN 2175-8182



Concreto e concretagem de paredes inclinadas em concreto aparente.
Caso MIS-RJ.

Concrete and its placement for large inclined walls in architectural concrete. MIS-RJ Case.

Carlos Britz (1); Jéssika Pacheco (2); Suely Bueno (3); Paulo Helene (4)

(1) Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, PhD Engenharia, carlos.britz@concretophd.com.br
(2) PhD Engenharia, jessika.pacheco@concretophd.com.br
(3) Escritório Técnico Júlio Kassozy e Mario Franco Eng. Cívica Ltda. (LKMF), suelybueno@lkmf.com.br
(4) Professor Titular da Universidade de São Paulo, PhD Engenharia, paulo.helene@concretophd.com.br
Rua Visconde de Ouro Preto, 201 - CEP 01303-060 - São Paulo - SP

Resumo

O projeto da nova sede do Museu da Imagem e do Som (MIS-RJ), desenvolvido pelo escritório de arquitetura americano Diller Scofidio + Renfro, vencedor do concurso internacional promovido pela Secretaria de Estado e Cultura do Rio de Janeiro em parceria com a Fundação Roberto Marinho (FRM), propõe em sua concepção arquitetônica uma representação gráfica do calçadão de Burle Marx, dobrado e transformado num boulevard vertical com inclinações variadas. Este artigo apresenta os desafios e engenhosidades envolvidos na concepção das paredes inclinadas desta superestrutura de concreto aparente, autossustentável e de alta resistência. Os resultados demonstraram que o tipo de concreto, bem como os procedimentos executivos empregados foram determinantes para a obtenção de elementos estruturais com integridade e estética condizentes com os padrões requeridos neste ícone arquitetônico.

Palavras-Chave: paredes de concreto, concretagem especial, concreto aparente, concreto em edifícios.

Abstract

The design of the new headquarters of the Museu de Imagem e do Som (MIS-RJ), developed by the U.S.-based architectural firm Diller Scofidio + Renfro, winner of the international contest sponsored by the Secretary of State and Culture of Rio de Janeiro in partnership with Fundação Roberto Marinho (FRM), proposes in its architectural design a graphical representation of the Burle Marx boardwalk, folded into a vertical boulevard with varying inclinations. This paper presents the challenges and solutions involved in designing large inclined walls of this superstructure of architectural, self-sustaining and high strength concrete. The results show that the concrete proportions and placing methods adopted were decisive to obtain structural elements with integrity and aesthetics required for emblematic architectural projects.

Keywords: concrete walls, special concrete casting, architectural concrete, concrete at scale.

ANAIIS DO 58º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO - CBC2016 - 58CBC 1

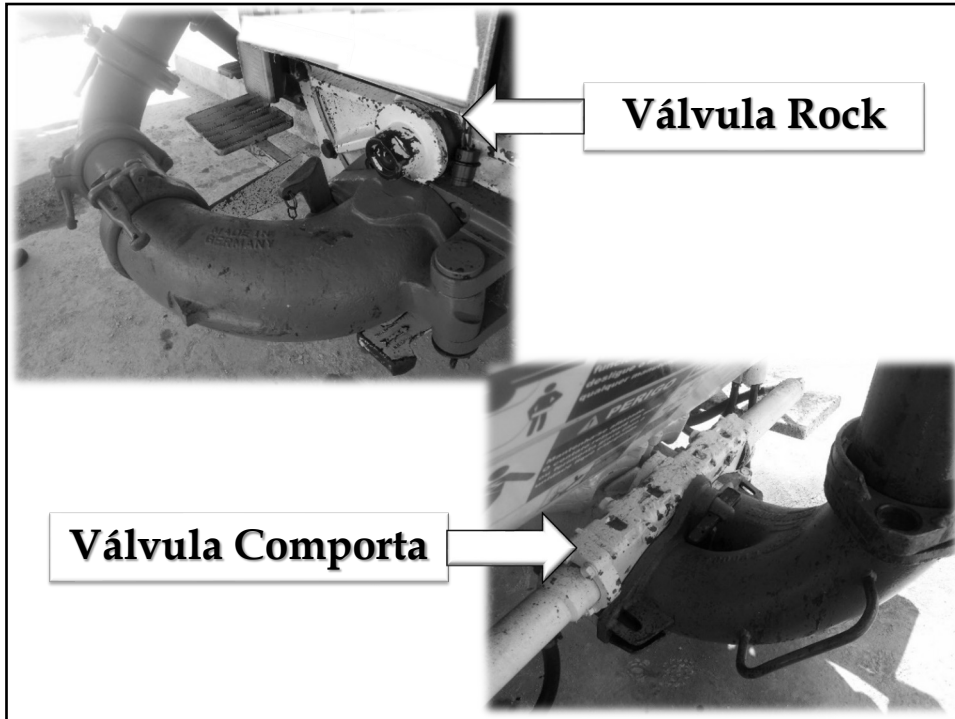
84



85



86



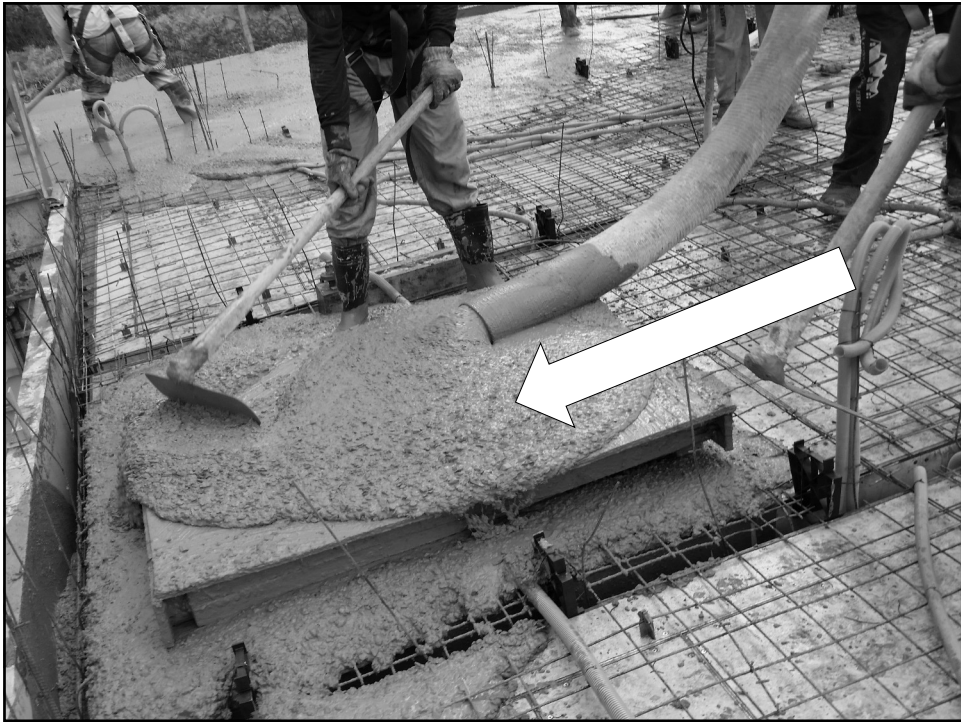
87



88



89



90



91



92



93



94



95



96



97



98



MARCH 2016 V. 38 No. 3

CiConcrete
 international

The Magazine of the Concrete Community

Decorative Architectural Concrete

35 Concrete Visually Transmuted In Monolithic Sculpture

aci
 American Concrete Institute
 Always advancing

Recommendations for Casting Inclined Columns

A case study on the architectural concrete columns for the Rio de Janeiro Museu da Imagem e do Som

by Carlos Britez, Jéssika Pacheco, Suely Bueno, and Paulo Helene

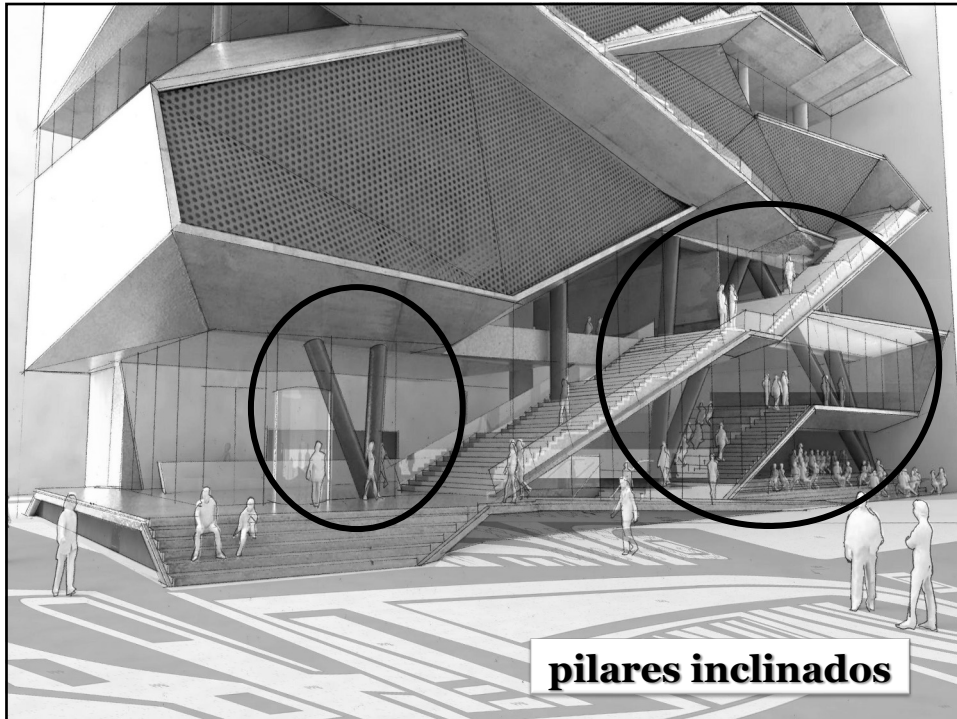
The State Secretary of Culture for the city of Rio de Janeiro, Brazil, along with the Roberto Marinho Foundation (FRM), recently presented an important international competition for the design of the new headquarters of the city's Museu da Imagem e do Som (Museum of Image and Sound [MIS-RJ]). The ultimate goal was to make the MIS headquarters a globally renowned architectural icon for Rio de Janeiro. The U.S.-based architectural firm Diller Scofidio + Renzo was the contest and the design was developed in Brazil by the renowned firm Indio da Costa Arquitetura, Urbanismo, Design e Transporte (Indio da Costa A.U.D.T.).

In this bold design, the design architects proposed the museum as a vertical boulevard, with seven stories, a continuous external promenade, and a display of sequential ramps and floors. The new MIS-RJ headquarters, shown in Fig. 1, is being built by the construction company Rio Verde. Also, the construction works are being managed by Engenharia S.A., a subsidiary of Hill International.

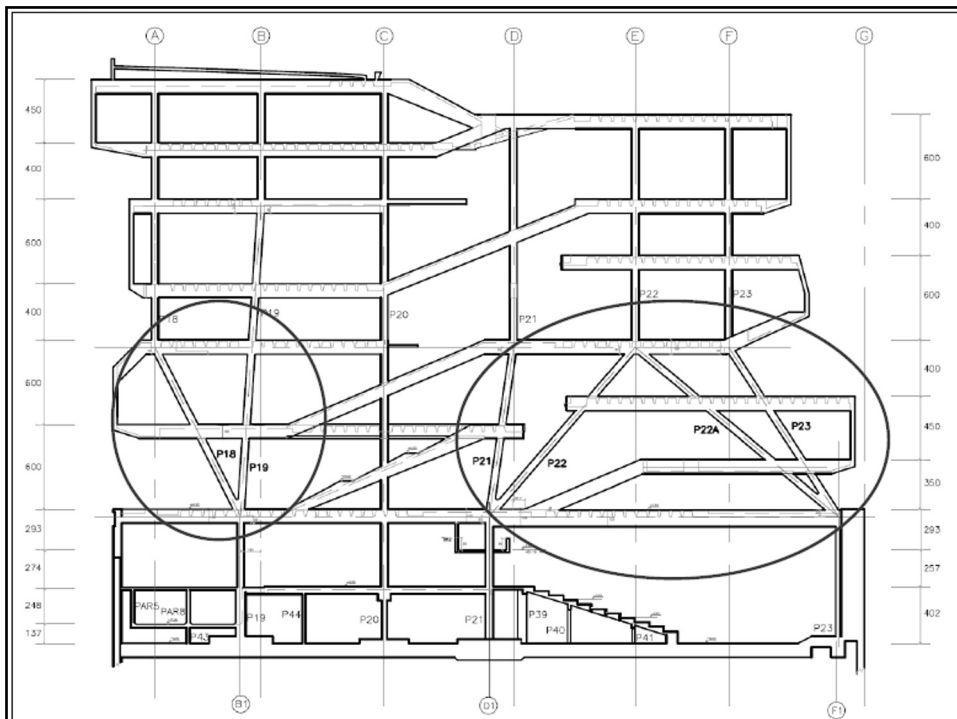
With architectural concrete finishes specified for its unique forms and oblique lines, this building's superstructure presented some special challenges—especially for the construction of inclined columns with high-performance concrete, the subject of this article. In some cases, the columns had 6 m (20 ft) height per segment. Further, the columns' unusual geometries required the use of metal formwork. In addition to meeting aesthetic demands and compressive strength requirements (specified as a characteristic compressive strength, f_c of 50 MPa [7250 psi] at 28 days), the concrete placements were influenced by other factors, such as weather and logistics. The local climate is very hot, requiring concreting operations during temperatures of about 35°C (95°F), and the concrete supplier's plant is 50 km (19 miles) away from the work site. Trucks had to pass through heavy traffic during business hours, so transit times of at least 1 hour were required.

Fig. 1 The future MIS-RJ headquarters: (a) an architectural rendering; and (b) a work in progress, in December 2015 (image courtesy of Diller Scofidio + Renzo)

www.concreteneternational.com | CI | MARCH 2016 43



101



102

Cimento

**Cimento tipo CP III
(adição de escória: 35 a 70%)
permitida pela ABNT NBR 5735:1991
"Cimento Portland de alto-forno"**

**CP III 40-RS-granel adição de
escória na faixa de 55% a 61%
(exemplo em conformidade com a norma)**

homogeneidade?

103



104



105



106



107

Premissas (concreto “sem bolhas” e “sem fissuras”)

- ✓ temperatura inicial do gelo: -10°C (Thermo King)
- ✓ temperatura de lançamento do concreto: 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)

108



109



110



111



112



113



114



115



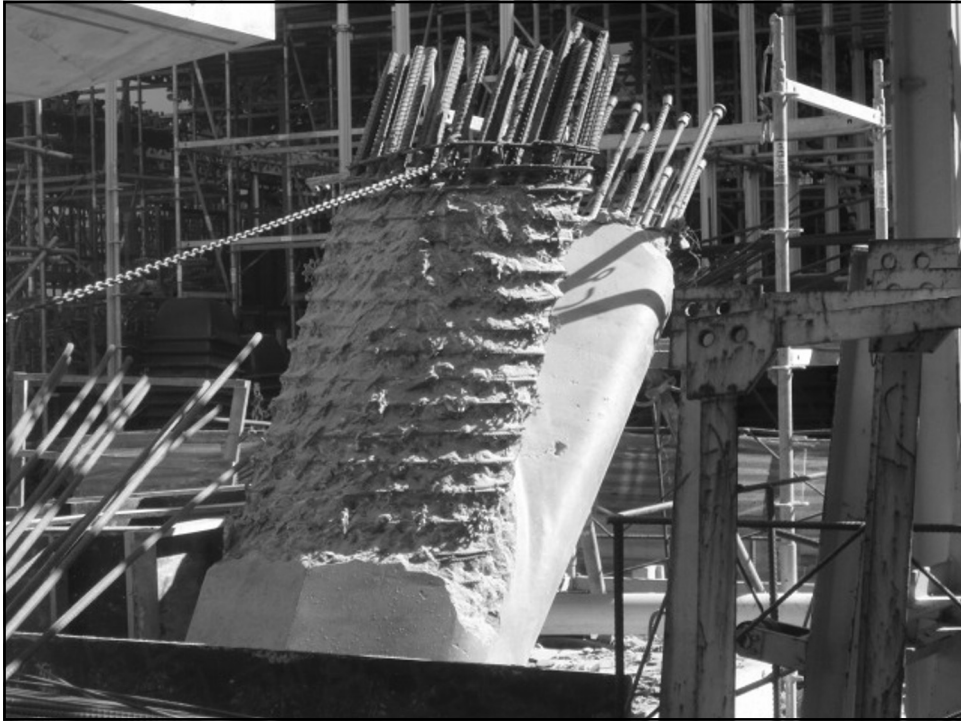
116



117



118



119



120



121



122



123

adendo

**modo de lançamento
do concreto**

124

África

125

Japão



126



127



128



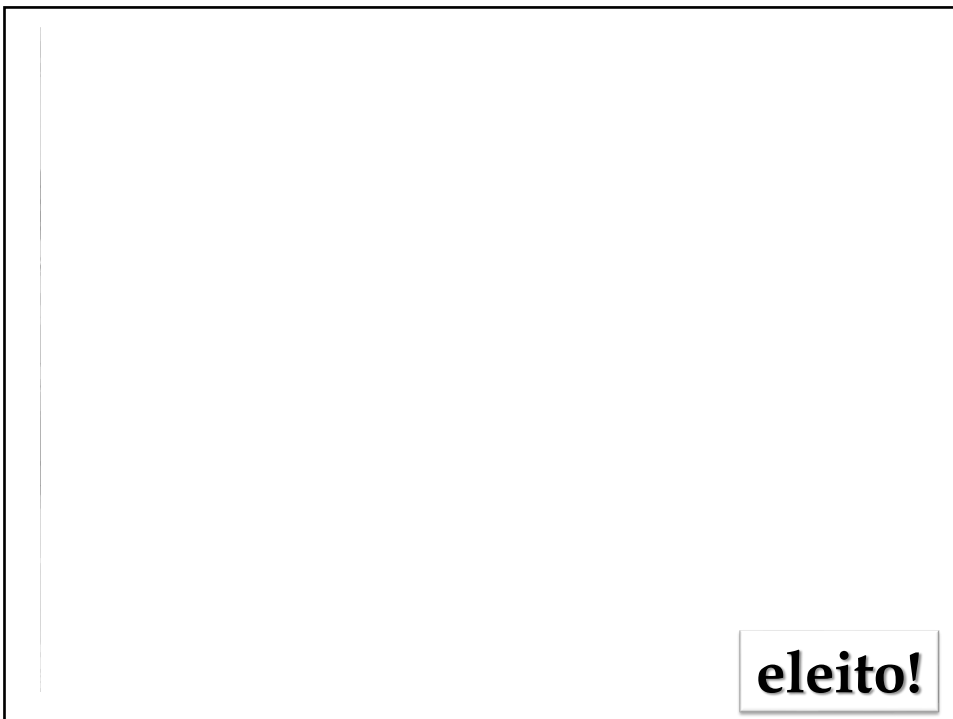
129



130



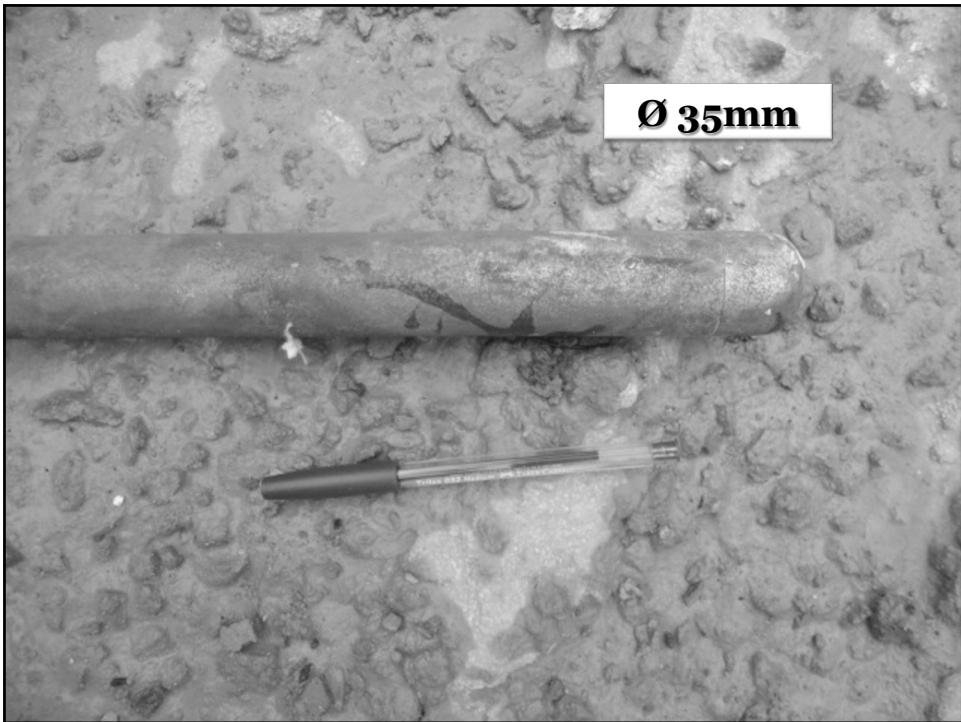
131



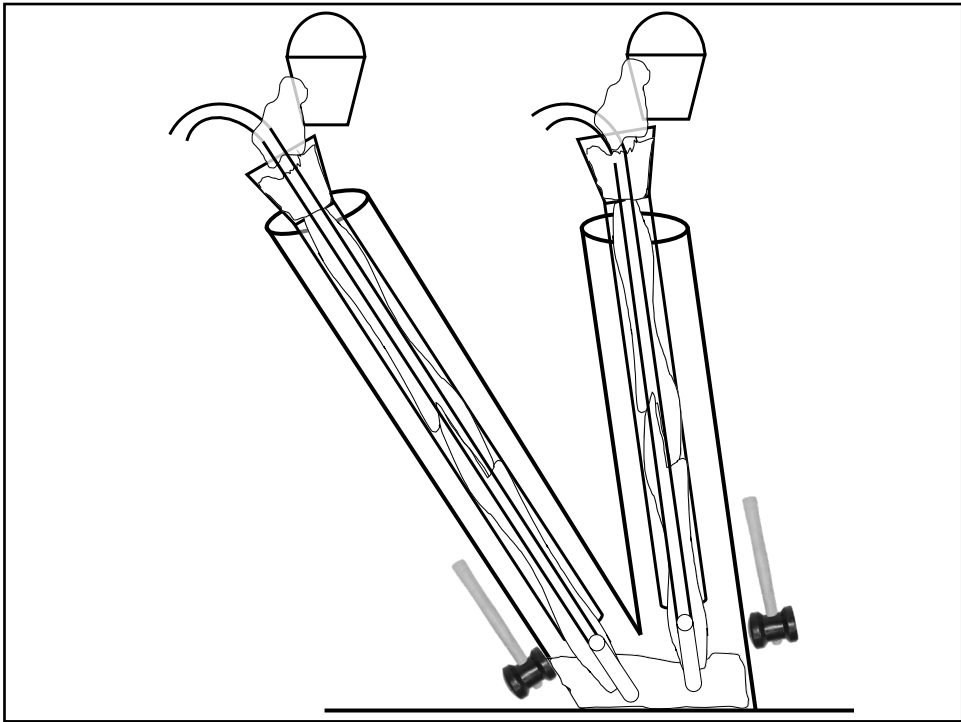
132



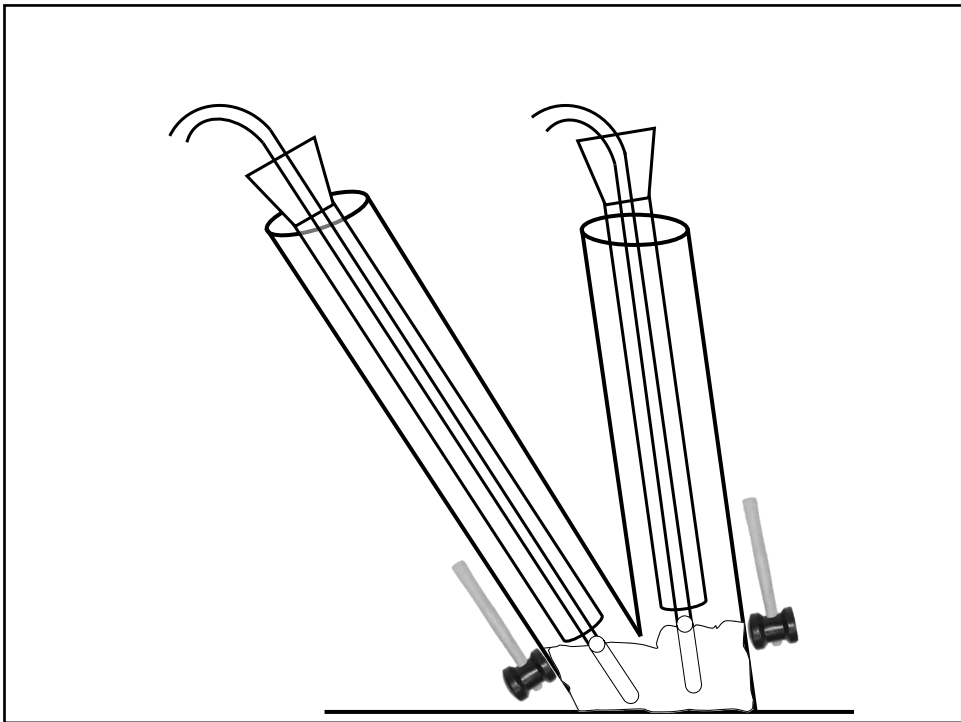
133



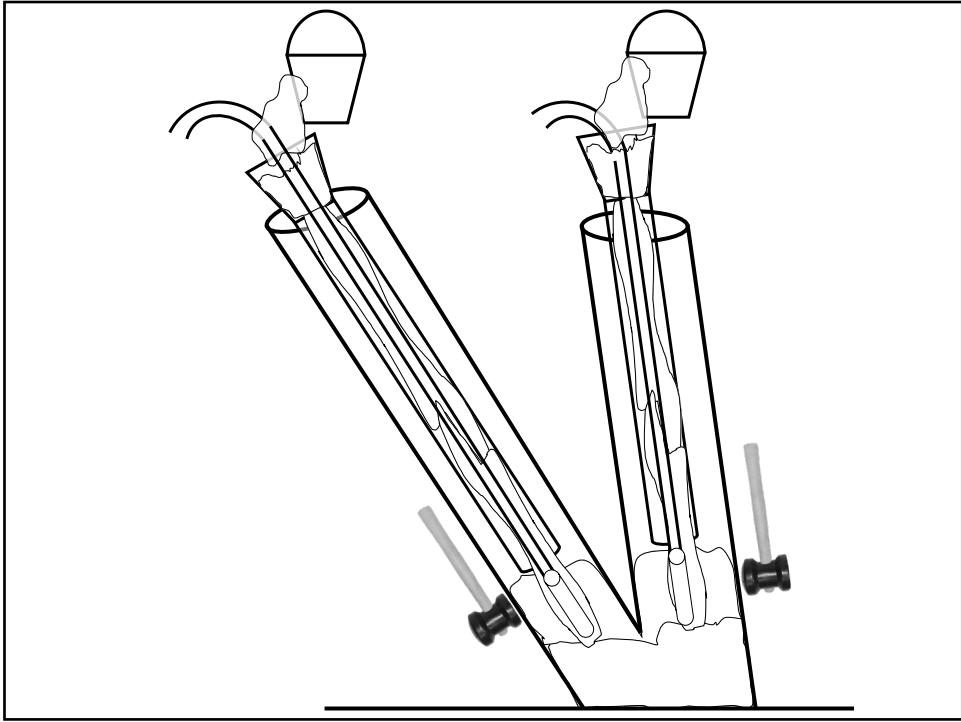
134



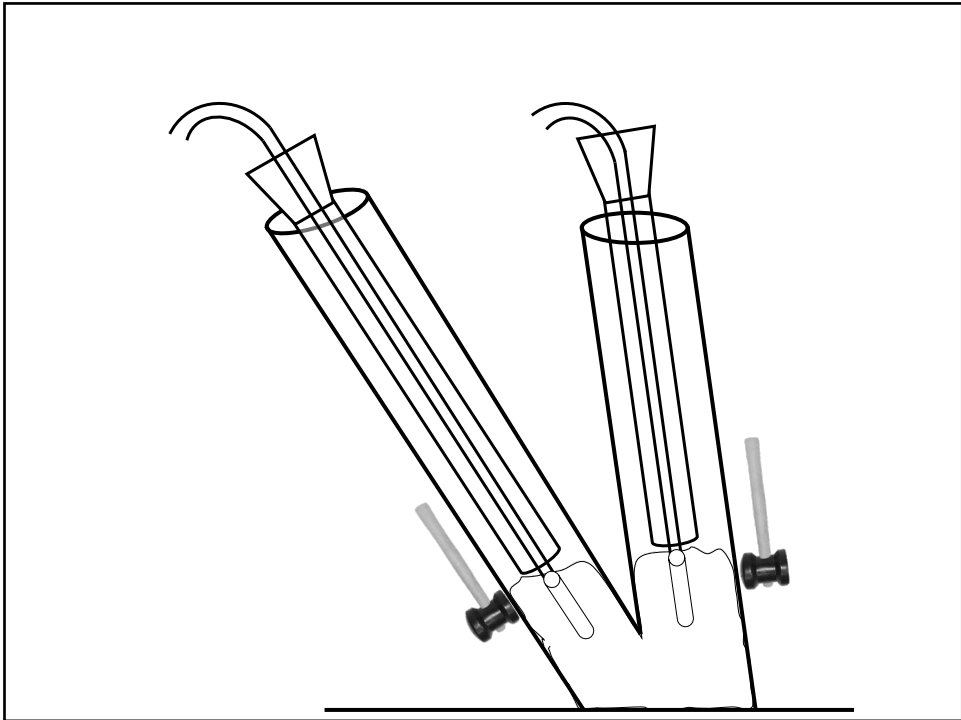
135



136



137



138



139



140



141



142



143



144



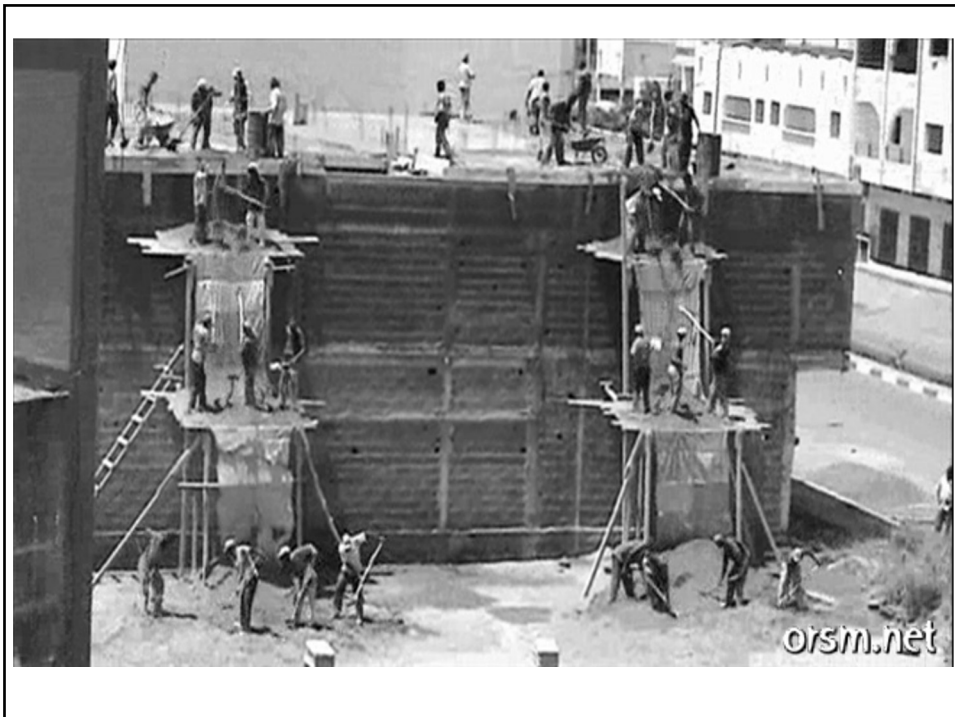
145



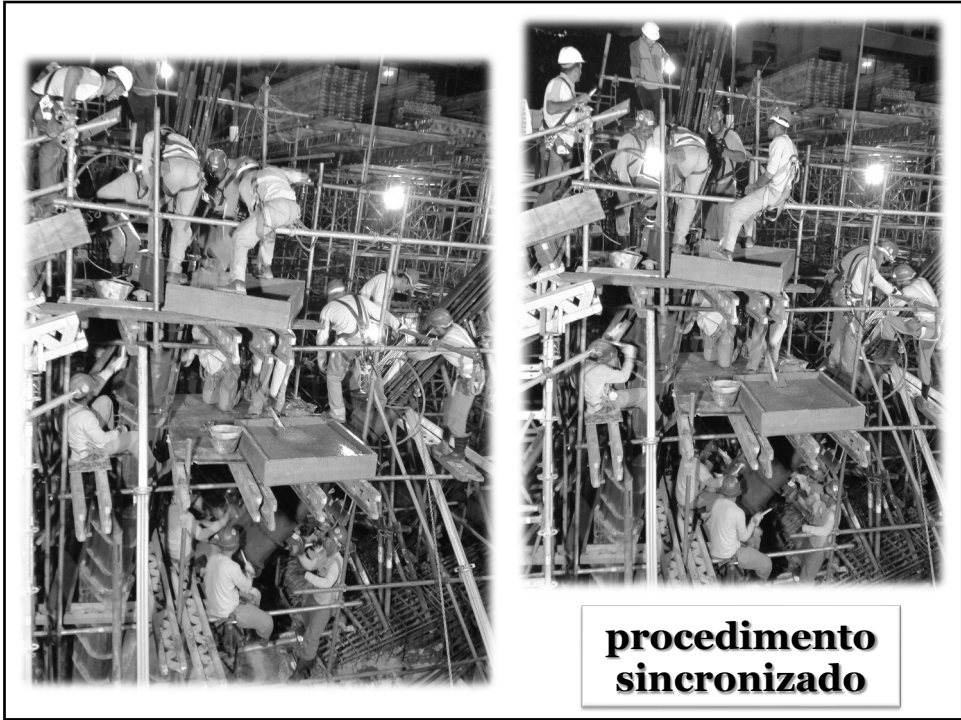
146



147



148



149



150



151



152



153



154



155



156



157



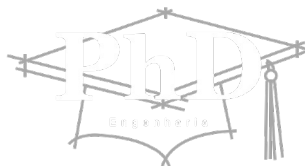
158

Mensagem final:

**Cada concreto possui sua
peculiaridade. Todos
concretos são especiais e
tudo depende de
planejamento.**

159

OBRIGADO!



"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"

www.phd.eng.br

11-2501-4822 / 23

11-95045-5408

160



161



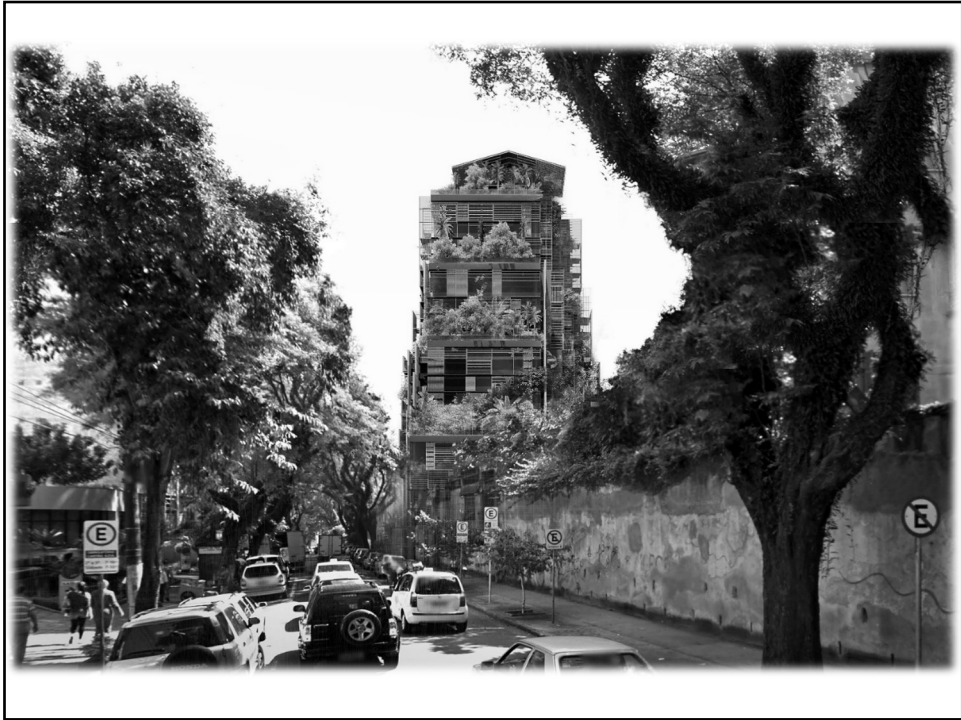
162



163



164



165



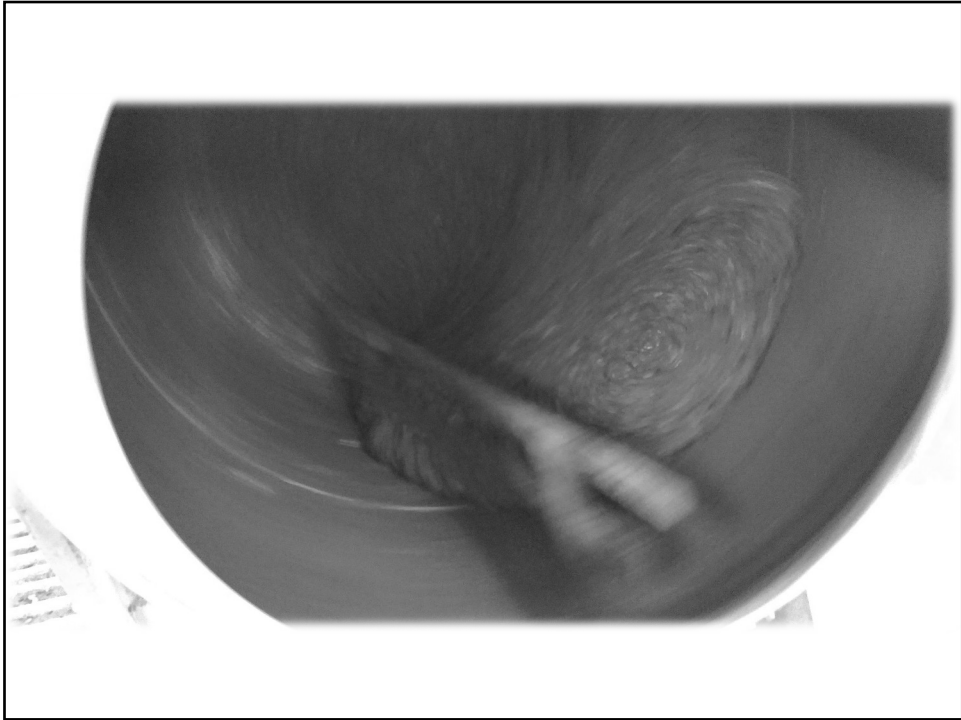
166



167



168



169



170



171



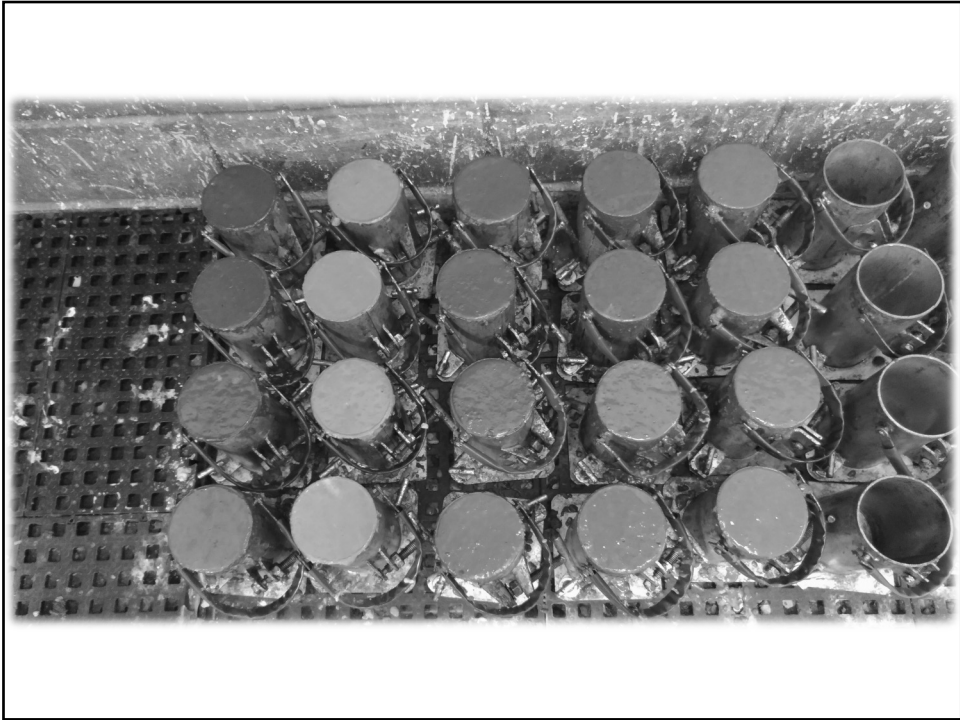
172



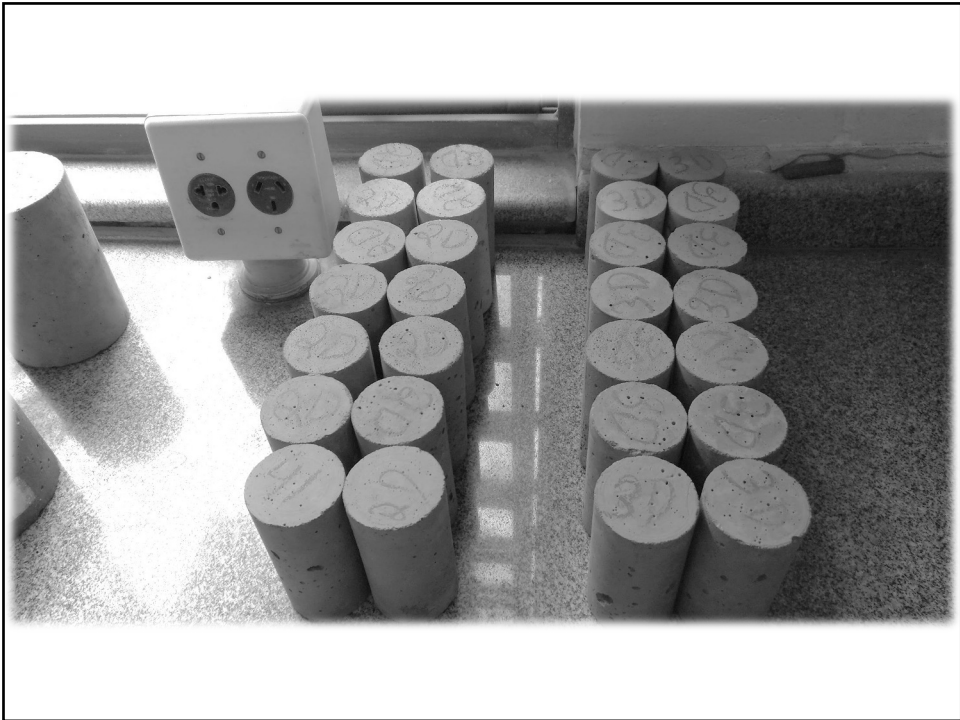
173



174



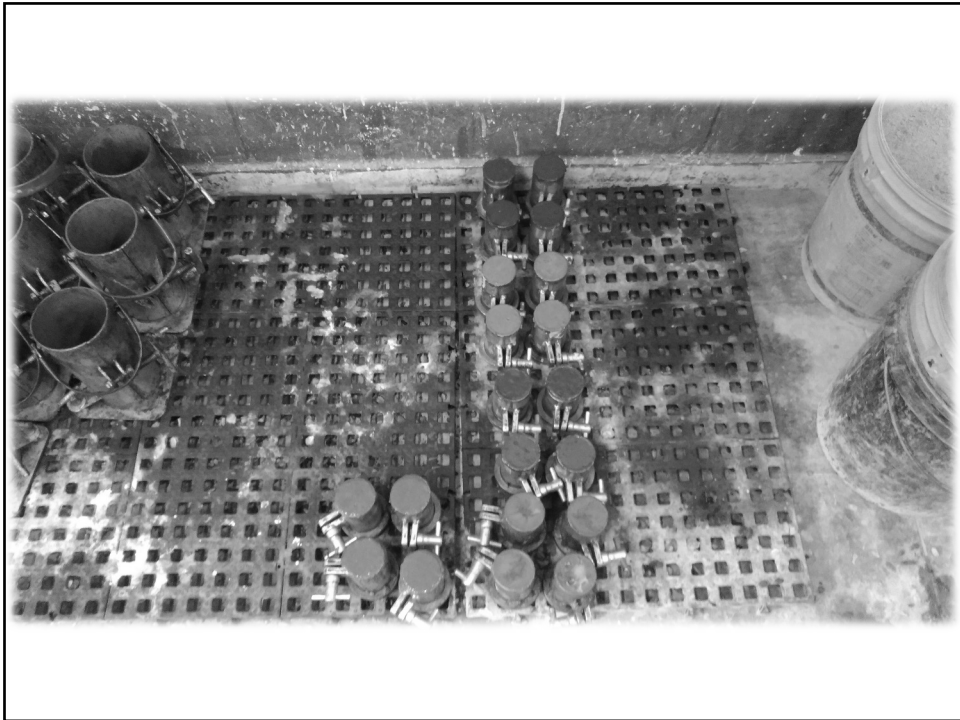
175



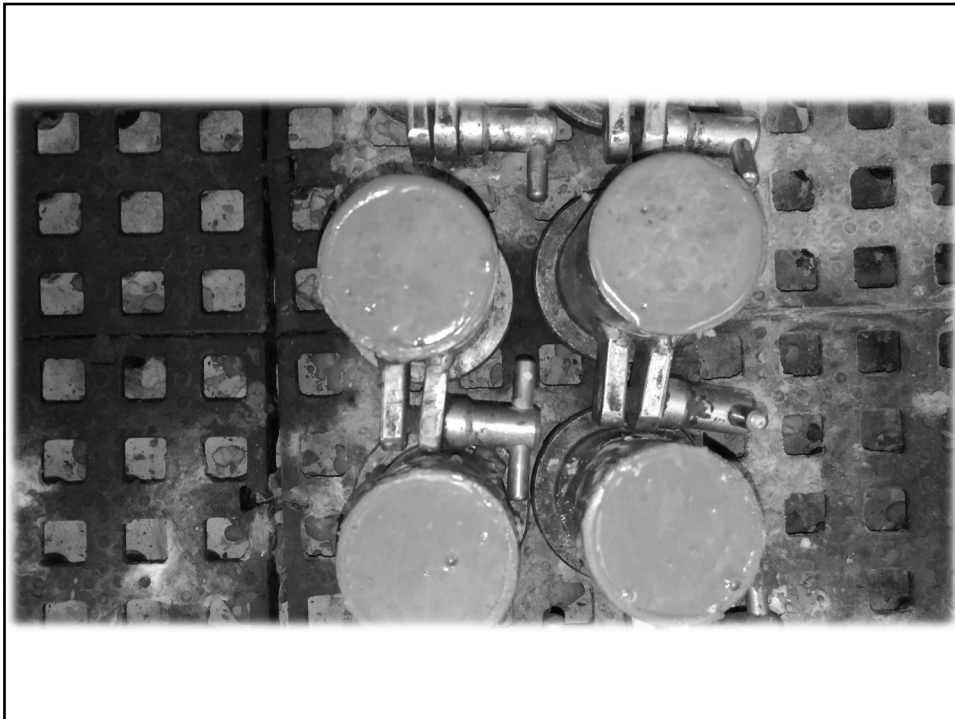
176



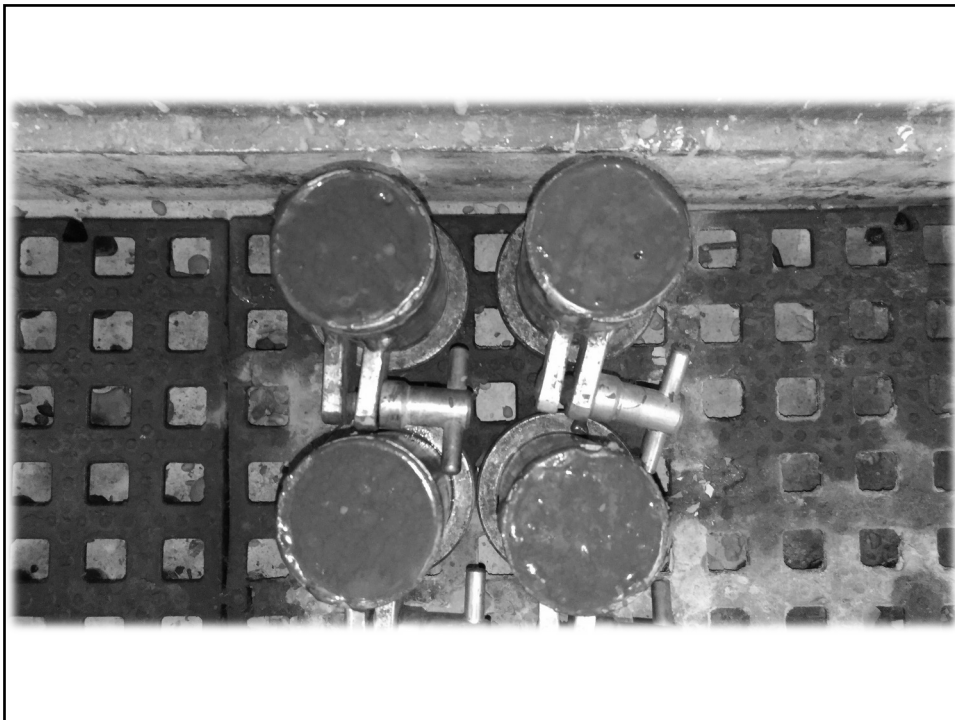
177



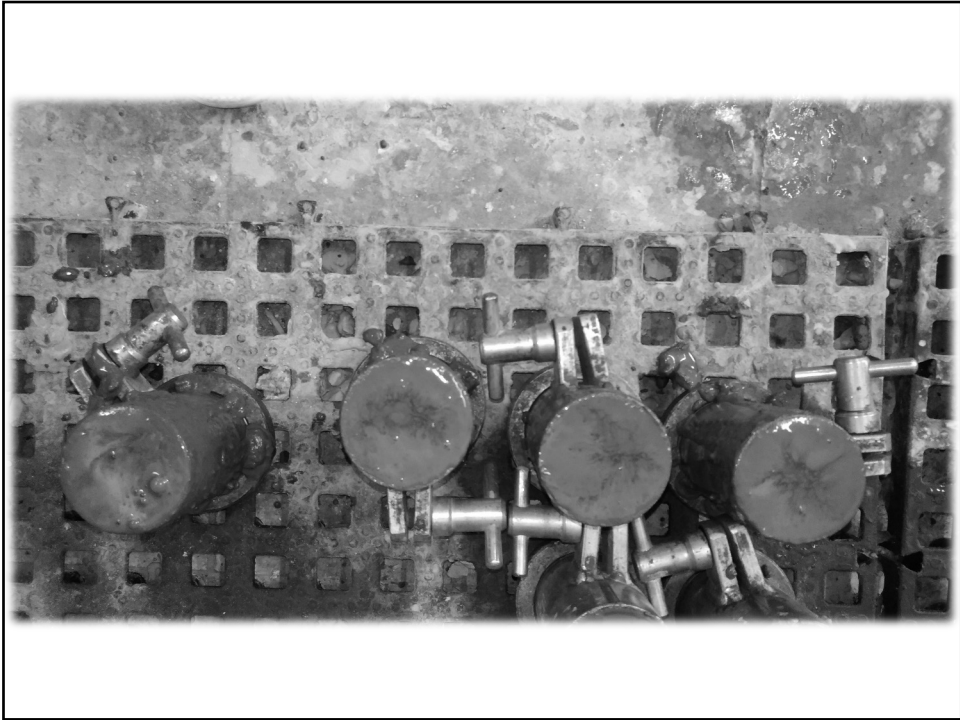
178



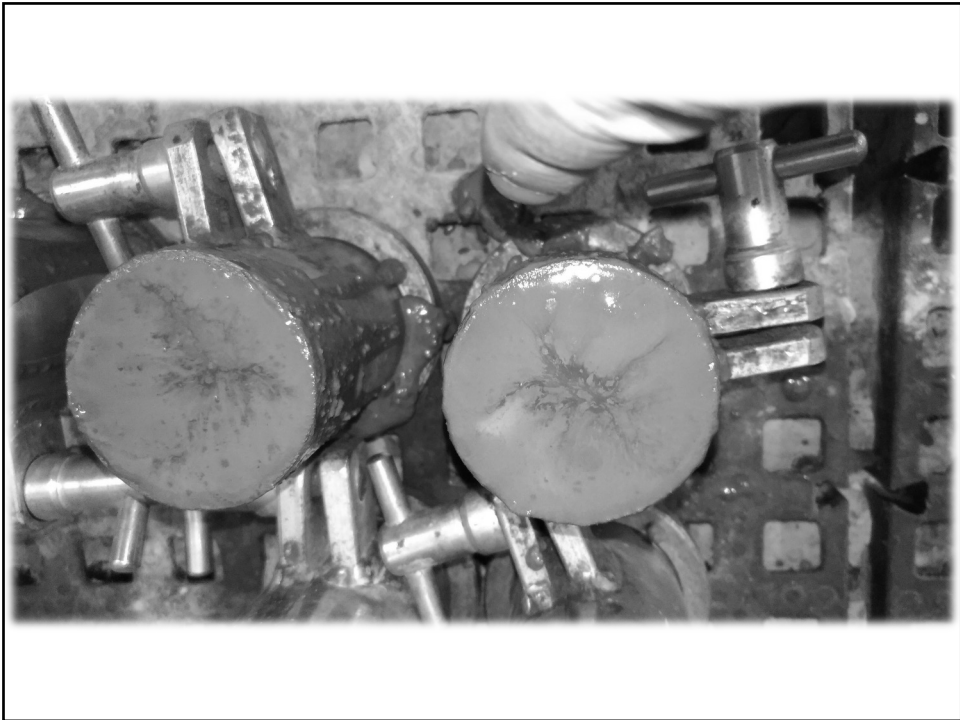
179



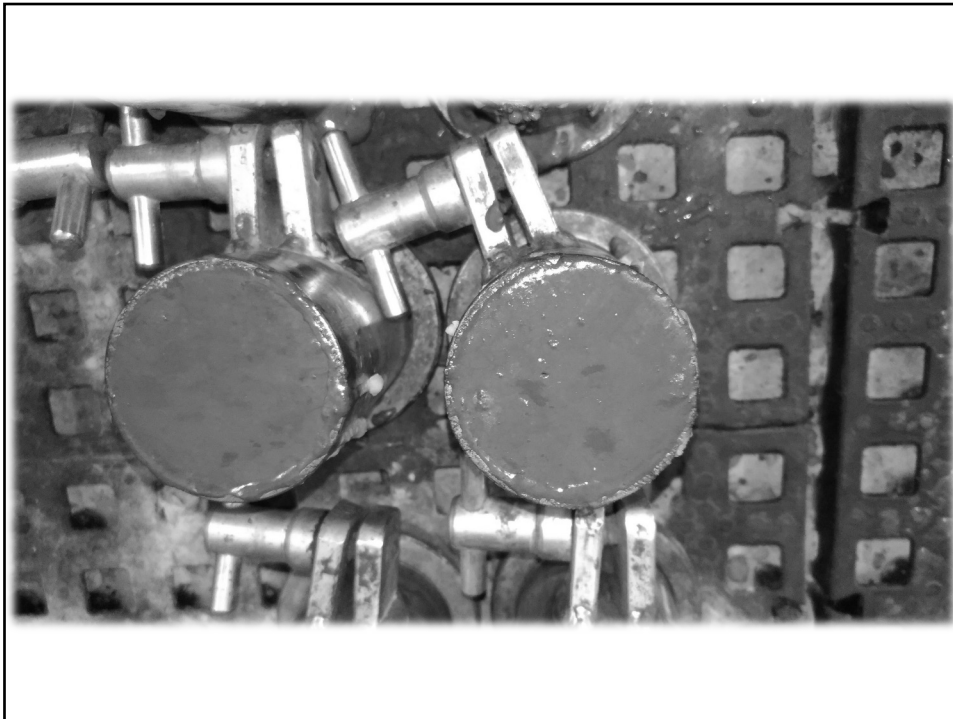
180



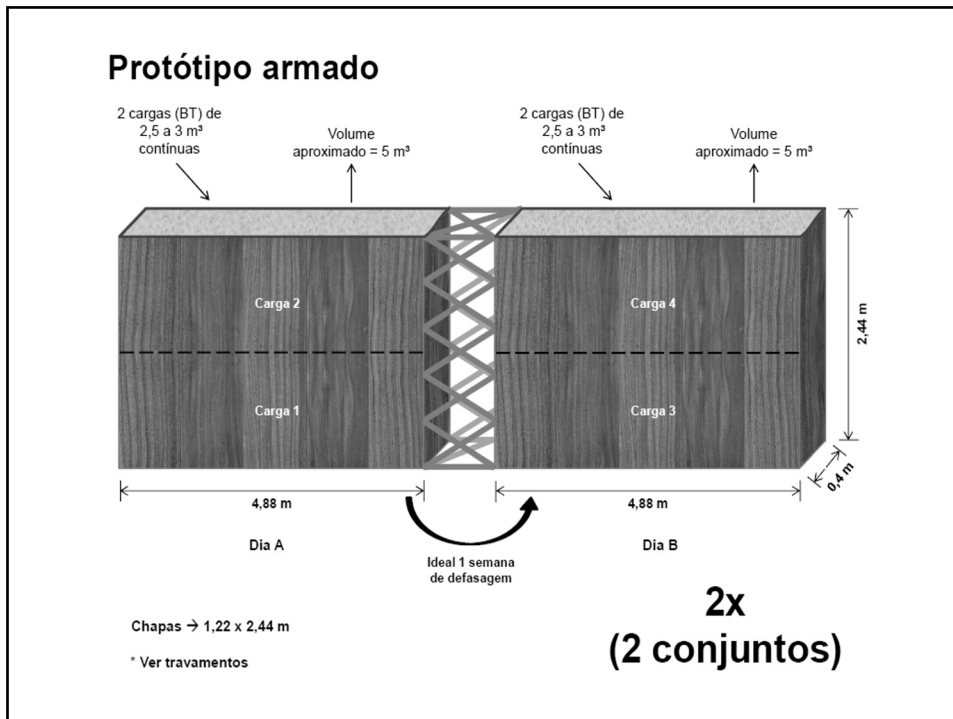
181



182

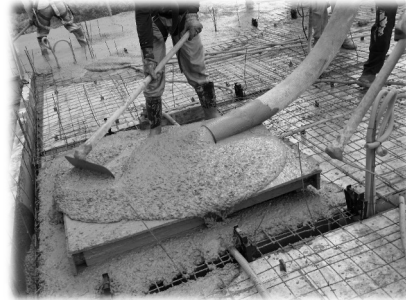


183



184

Como lançar?



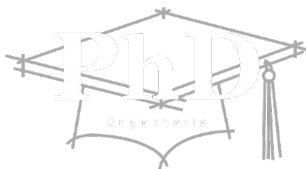
185

Mensagem final:

Cada concreto possui sua peculiaridade. Todos concretos são especiais e tudo depende de planejamento.

186

OBRIGADO!



"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"

www.phd.eng.br

11-2501-4822 / 23

11-95045-5408