

Inspeção & Diagnóstico



Dr. Carlos Brites
Diretor PhD Engenharia
Prof. PECE-USP
Secretário da ABNT NBR 12655:2015
Pós Doutorando Programa USP

idd

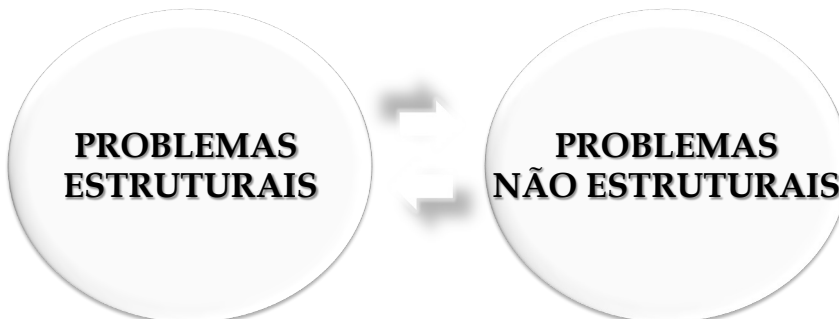
24 de maio de 2017

São Paulo/SP

1

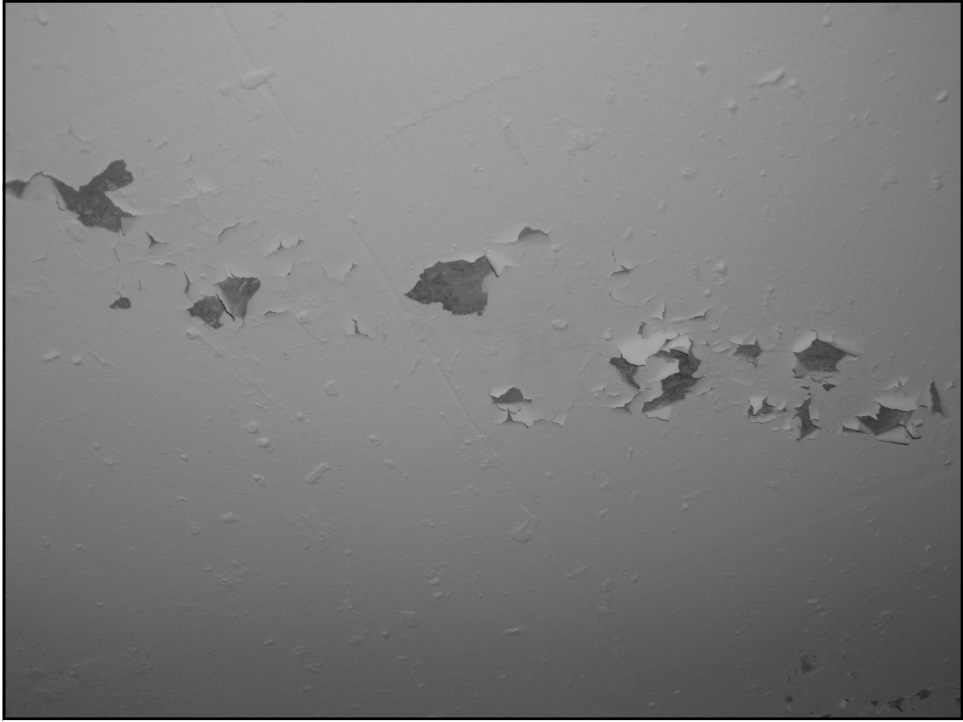
Universo patológico

O que é um problema?

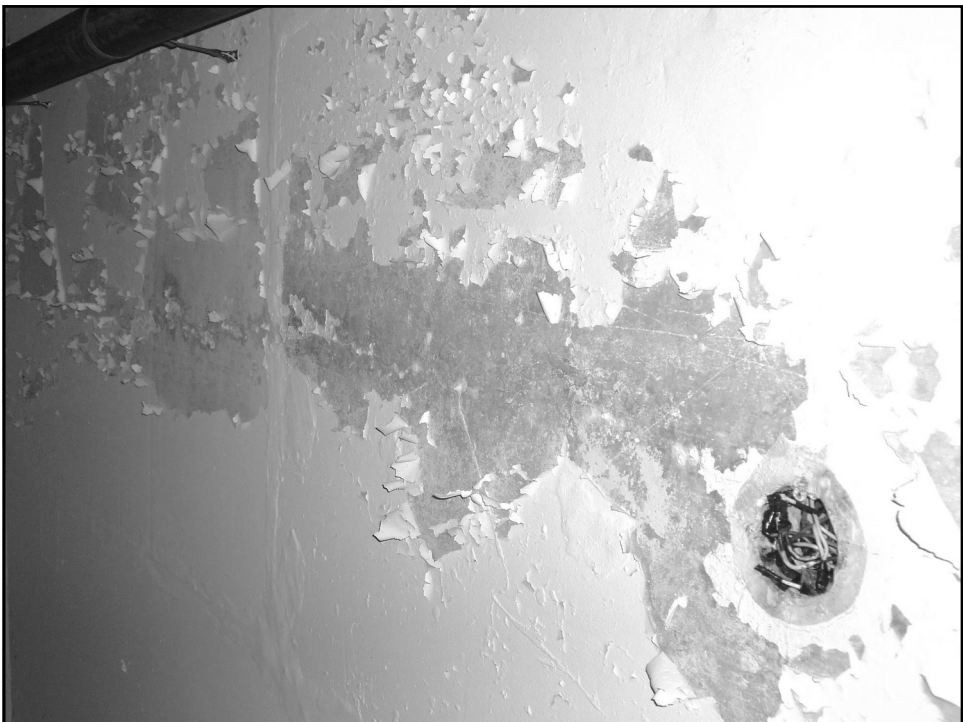


Como saber? Exemplos...

4



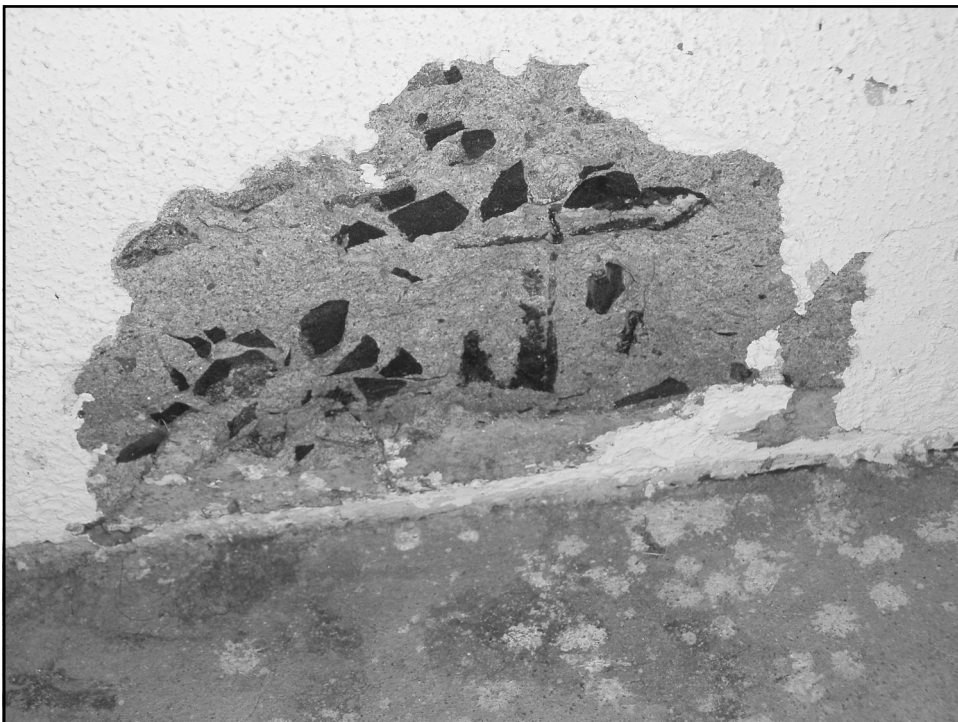
5



6



7



8



9



10



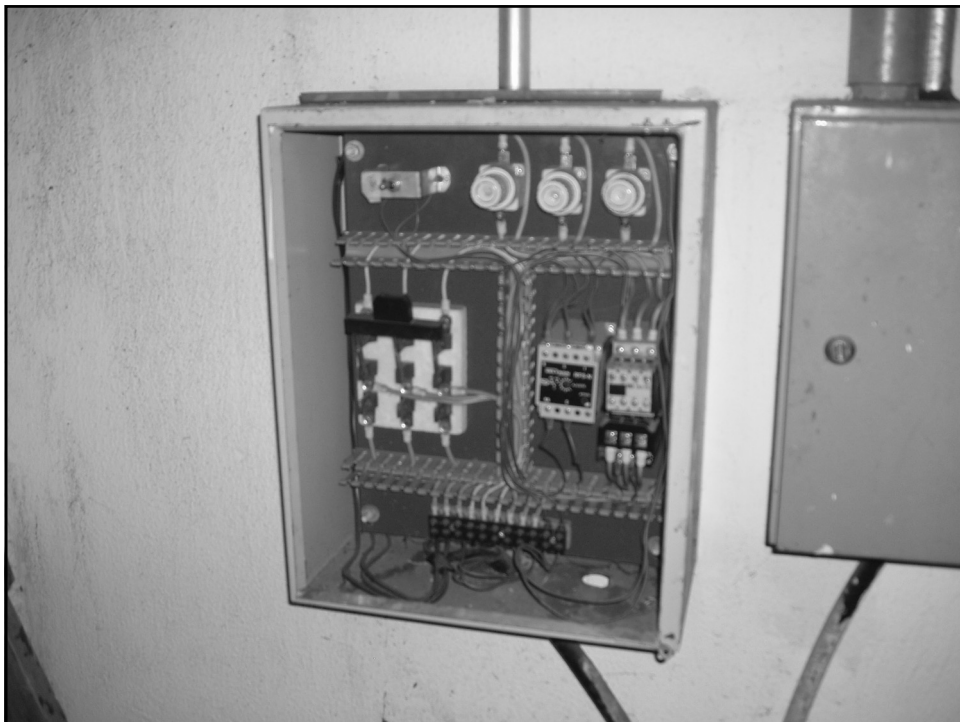
11



12



13



14



15



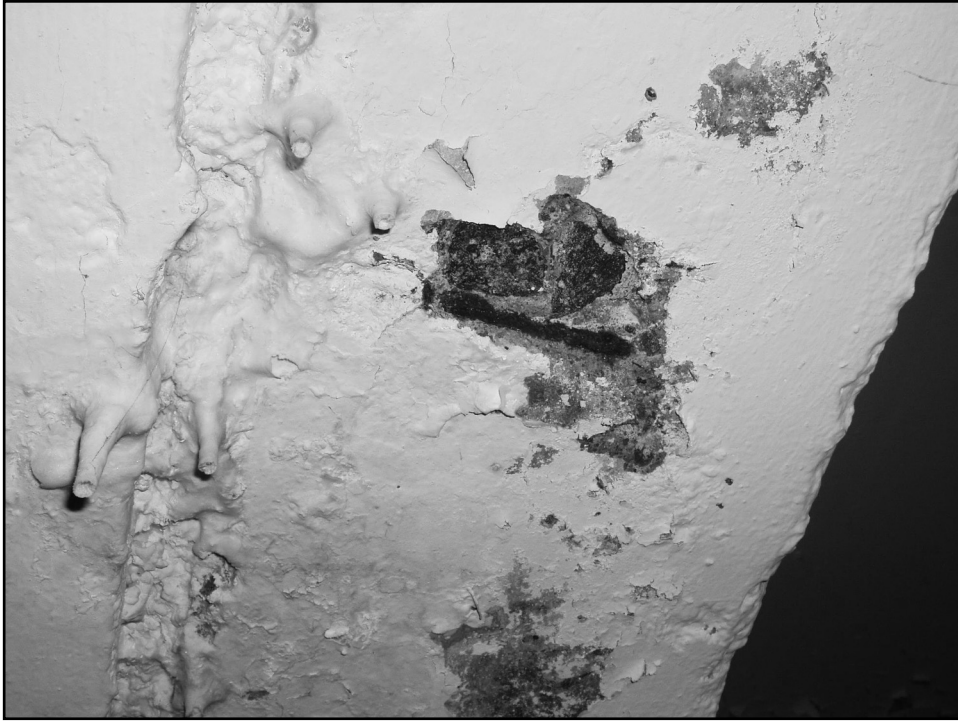
16



17



18



19



20



21



22



23



24

Dona-de-casa morre atingida por pedaço de reboco de prédio no Rio

Da Sucursal do Rio

A dona-de-casa Maria Borges Nascimento, 49, morreu ao ser atingida na cabeça por um pedaço de reboco do 12º andar de um prédio de apartamentos no centro da cidade, na av. Gomes Freire nº 740. A mulher morreu na hora, e teve a face desfigurada. O pedaço de reboco caiu, resvalou na marquise do prédio e acertou a dona-de-casa.

Maria estava voltando para casa com as compras feitas num supermercado da região. Ela morava sozinha com o filho, o estudante Nino André Borges Nascimento, 27. O síndico do prédio em que aconteceu o acidente, João Salvador, afirmou que a obra de recuperação da fachada já havia sido aprovada pelo condomínio, mas faltava orçar o serviço.

A Defesa Civil municipal interditou a área em torno do prédio, o que deve causar prejuízo aos estabelecimentos comerciais que funcionam no local. Segundo o diretor do Departamento de Engenharia do órgão municipal, Roberto Formiga Oberlaender, o local só será liberado após o condomínio contratar uma firma para retirar as partes da fachada que ofereçam risco de desabamento.

Na área térrea interditada funcionam uma padaria, uma distribuidora de bebidas. No prédio ao lado, em área também interditada, funcionam um pequeno hotel e um restaurante.



Corpo de Maria Borges coberto em frente ao prédio

Oberlaender afirmou que será dado ao condomínio um prazo para recuperação da fachada. Caso o prazo não seja cumprido, o condomínio terá que pagar multa. Muito abalado, o filho da dona-de-casa não quis comentar que providências legais tomará em relação ao caso.

Oberlaender disse que um dos

problemas do centro são os prédios antigos em mau estado de conservação. Além da má conservação do reboco, as marquises velhas são problemas apontados pelo diretor da Defesa Civil.

Segundo ele, os proprietários são obrigados a realizar obras de recuperação, mas a fiscalização não cabe à Defesa Civil.

25



26



27

Ponderação

**Como
saber?**

A cartoon illustration of a young man with spiky hair, looking thoughtful with his hand on his chin. Three large question marks are floating above his head.

28

Câncer de pele: sete sinais que justificam uma consulta com o dermatologista

Análise de pintas e manchas na pele pode antecipar o diagnóstico da doença

POR CAROLINA SERPEJANTE - ATUALIZADO EM 24/10/2014

👍 JÁ AJUDOU 2.245 PESSOAS



O **câncer de pele** do tipo não melanoma é o mais incidente no Brasil, correspondendo a **25%** de todos os tumores malignos registrados no país, segundo o Instituto Nacional do Câncer. A maneira mais simples de prevenir o **câncer de pele** ou identificá-lo em um estágio inicial é visitando o dermatologista. Pequenos sinais ou condições da nossa pele podem denunciar o momento de visitar o profissional.

29



O mais frequente tipo de câncer entre brasileiros é o que surge na pele. Ele se manifesta principalmente por **pintas e manchas** que podem ser encontradas pelo corpo. Contudo, **podem ser confundidas com as que são naturais** da pele e acabar passando despercebidas. Diferenciá-las é possível: algumas características próprias podem indicar quando uma pinta é mais do que uma simples marca.

30

O grito da estrutura

O GRITO DA ESTRUTURA

Geólogo Carlos Campos
Goiânia

O mundo do veterinário é o de decifrar murmúrios, miados, mugidos, olhares ou uma inclinação de cabeça. É adivinhar sentimentos nos irracionais, é uma aproximação com os instintos. É identificar a origem de uma dor ou uma tristeza associada a uma indisposição para alimentar. É entender o porquê de uma renúncia à vida. O animal sofre, perde a alegria e **tem-se que fazer algo urgente para salvá-lo.**

No mundo do engenheiro também deve haver esta comunicação silenciosa. Identificar e avaliar uma patologia estrutural requer sensibilidade para o imponderável, para o imensurável. Não há números nem análises computacionais que permitam uma avaliação pessoal. O recado da estrutura vem através de uma fissura, um deslocamento, um desaprumo ou uma perda de nível.

“O mundo do veterinário é o de decifrar murmúrios, miados, mugidos, olhares ou uma inclinação de cabeça. [...] O animal sofre, e **tem-se que fazer algo urgente para salvá-lo.**”

Sem exceções, todas estas obras pediram por socorro e ninguém ouviu. O pilar 5 do Pavilhão da Gameleira estava afundando. O grito por socorro do pilar não foi suficiente para paralisar a obra. Havia um cronograma a ser cumprido. O Palácio II no Rio por mais de dois anos gritou por socorro. Os responsáveis, construtora e síndicos do condomínio, optaram por aplicar um analgésico. Algum técnico se dispôs a aplicar uma “massinha” barata onde saía fragmentos de um dos pilares. Por dias, o metrô de São Paulo clamou por socorro. Fissurou o solo no entorno, incomodou a vizinhança e aumentaram as infiltrações, por fim, fissurou o concreto do túnel e mesmo assim só desabou no dia seguinte.

Para exemplificar este pedido de socorro, pode-se recorrer a dois exemplos reais - Uma faxineira de um determinado edifício notou que apesar da limpeza sempre aparecia fragmentos de concreto no pé do pilar. Chamou a síndica. Esta por sua vez acionou a construtora que se dirigiu ao local já com especialistas. O pilar estava em processo de ruptura. Escorado e reforçado, nem todos os moradores perceberam o que estava acontecendo. Em outro edifício o síndico percebeu as fissuras, pediu ajuda. Era mais grave. O pilar estava praticamente rompido por esmagamento do concreto. A armadura principal já estava arqueada. Os moradores tiveram que desocupar o edifício por uma noite. Após 24 horas voltaram. O grito do pilar foi ouvido e uma possível tragédia evitada.

Felizmente o número dos que ouvem as manifestações das estruturas é grande e providências são tomadas com certa frequência. São inúmeros os casos de intervenções a tempo e bem sucedidas, cujo conhecimento fica restrito aos envolvidos. Quando aparecem na mídia, pouco há o que fazer.

31

O grito da estrutura

O GRITO DA ESTRUTURA

Geólogo Carlos Campos
Goiânia

O mundo do veterinário é o de decifrar murmúrios, miados, mugidos, olhares ou uma inclinação de cabeça. É adivinhar sentimentos nos irracionais, é uma aproximação com os instintos. É identificar a origem de uma dor ou uma tristeza associada a uma indisposição para alimentar. É entender o porquê de uma renúncia à vida. O animal sofre, perde a alegria e **tem-se que fazer algo urgente para salvá-lo.**

No mundo do engenheiro também deve haver esta comunicação silenciosa. Identificar e avaliar uma patologia estrutural requer sensibilidade para o imponderável, para o imensurável. Não há números nem análises computacionais que permitam uma avaliação pessoal. O recado da estrutura vem através de uma fissura, um deslocamento, um desaprumo ou uma perda de nível.

São manifestações silenciosas. O grito por socorro de uma fissura de pilar pode ser extremamente incomodo para quem a identifica, mas pode passar despercebido para o inexperiente. Esse grito não chega a seu conhecimento, quando muito, avalia ser “um probleminha” e em muitas ocasiões providencia para que se esconda o sinal com uma massa ou pintura. **Manda a estrutura calar.**

“No mundo do engenheiro também deve haver esta comunicação silenciosa. **Identificar e avaliar uma patologia estrutural requer sensibilidade [...].** O recado da estrutura vem através de uma fissura, um deslocamento, um desaprumo ou uma perda de nível.”

Sem exceções, todas estas obras pediram por socorro e ninguém ouviu. O pilar 5 do Pavilhão da Gameleira estava afundando. O grito por socorro do pilar não foi suficiente para paralisar a obra. Havia um cronograma a ser cumprido. O Palácio II no Rio por mais de dois anos gritou por socorro. Os responsáveis, construtora e síndicos do condomínio, optaram por aplicar um analgésico. Algum técnico se dispôs a aplicar uma “massinha” barata onde saía fragmentos de um dos pilares. Por dias, o metrô de São Paulo clamou por socorro. Fissurou o solo no entorno, incomodou a vizinhança e aumentaram as infiltrações, por fim, fissurou o concreto do túnel e mesmo assim só desabou no dia seguinte.

Para exemplificar este pedido de socorro, pode-se recorrer a dois exemplos reais - Uma faxineira de um determinado edifício notou que apesar da limpeza sempre aparecia fragmentos de concreto no pé do pilar. Chamou a síndica. Esta por sua vez acionou a construtora que se dirigiu ao local já com especialistas. O pilar estava em processo de ruptura. Escorado e reforçado, nem todos os moradores perceberam o que estava acontecendo. Em outro edifício o síndico percebeu as fissuras, pediu ajuda. Era mais grave. O pilar estava praticamente rompido por esmagamento do concreto. A armadura principal já estava arqueada. Os moradores tiveram que desocupar o edifício por uma noite. Após 24 horas voltaram. O grito do pilar foi ouvido e uma possível tragédia evitada.

Felizmente o número dos que ouvem as manifestações das estruturas é grande e providências são tomadas com certa frequência. São inúmeros os casos de intervenções a tempo e bem sucedidas, cujo conhecimento fica restrito aos envolvidos. Quando aparecem na mídia, pouco há o que fazer.

32

O grito da estrutura

O GRITO DA ESTRUTURA

Geólogo Carlos Campos
Goiânia

O mundo do veterinário é o de decifrar murmúrios, miados, mugidos, olhares ou uma inclinação de cabeça. É adivinhar sentimentos nos irracionais, é uma aproximação com os instintos. É identificar a origem de uma dor ou uma tristeza associada a uma indisposição para alimentar. É entender o porquê de uma renúncia à vida. O animal sofre, perde a alegria e **tem-se que fazer algo urgente para salvá-lo.**

No mundo do engenheiro também deve haver esta comunicação silenciosa. Identificar e avaliar uma patologia estrutural requer sensibilidade para o imponderável, para o imensurável. Não há números nem análise computacional que permita uma avaliação impecável. O recado da estrutura vem através de uma fissura, um deslocamento, um desaprumo ou uma perda de nível.

São manifestações silenciosas. O grito por socorro de uma fissura de pilar pode ser extremamente incômodo para quem a identifica, mas pode passar despercebido para o inexperiente. Esse grito não chega a seu conhecimento, quando muito, avalia ser "um probleminha" e em muitas ocasiões providencia para que se esconda o sinal com uma massa ou pintura. **Manda a estrutura calar.**

Nos últimos quarenta anos têm-se notícias, com certa regularidade, de sinistros e catástrofes nas obras de engenharia – O Pavilhão da Gameleira em Belo Horizonte, mais de 60 mortes. No mesmo ano de 1971 o Elevado Paulo de Frontin no Rio, mais de 20 mortes. O Edifício Palace II também no Rio e tantos outros pavilhões, igrejas e palácios dois. Ainda não saiu totalmente da mídia o mais recente, o desabamento do túnel do metrô de São Paulo.

“São manifestações silenciosas. O grito por socorro de uma fissura de pilar pode ser extremamente incômodo para quem a identifica, [...] em muitas ocasiões providencia para que se esconda o sinal com uma massa ou pintura. Manda a estrutura calar.”

tiveram que desocupar o edifício por uma noite. Após 24 horas voltaram. O grito do pilar foi ouvido e uma possível tragédia evitada.

Felizmente o número dos que ouvem as manifestações das estruturas é grande e providências são tomadas com certa frequência. São inúmeros os casos de intervenções a tempo e bem sucedidas, cujo conhecimento fica restrito aos envolvidos. Quando aparecem na mídia, pouco há o que fazer.

33



34

Sinais (gritos)

- fissuras;
- deslocamentos, desníveis, desaprumos;
- infiltrações e umidades;
- manchas;
- descascamento de tintas;
- grandes flechas e deformações
- esmagamento de paredes;
- piso soltando;
- portas emperrando;
- vibrações excessivas....

O que você está sentindo?



35

O passo fundamental

O que fazer com a informação?



36

O passo fundamental

Na medicina, o que eu faço com a identificação de um sintoma?



37

visão geral

O que é Dengue?

A **dengue** é uma doença febril aguda causada por um vírus, sendo um dos principais problemas de saúde pública no mundo. O seu principal vetor de transmissão é o mosquito *Aedes aegypti*, que se desenvolve em áreas tropicais e subtropicais.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que entre 50 a 100 milhões de pessoas se infectem anualmente com a dengue em mais de 100 países de todos os continentes, exceto a Europa. Cerca de 550 mil doentes necessitam de hospitalização e 20 mil morrem em consequência da dengue.

Existem quatro tipos de dengue, pois o vírus causador da dengue possui quatro sorotipos: DEN-1, DEN-2, DEN-3 e DEN-4. A infecção por um deles dá proteção permanente para o mesmo sorotipo, mas imunidade parcial e temporária contra os outros três.

38

Sintomas de Dengue

Sintomas da dengue clássica

Os sintomas da dengue iniciam de uma hora para outra e duram entre 5 a 7 dias. Os principais sinais são:

- Febre alta com início súbito (39° a 40°C)
- Forte dor de cabeça
- Dor atrás dos olhos, que piora com o movimento dos mesmos
- Perda do paladar e apetite
- Manchas e erupções na pele semelhantes ao **sarampo**, principalmente no tórax e membros superiores
- Náuseas e vômitos
- Tontura
- Extremo cansaço
- Moleza e dor no corpo
- Muitas dores nos ossos e articulações
- Dor abdominal (principalmente em crianças).

39

⚠ diagnóstico e exames

Diagnóstico de Dengue

Se você suspeita de dengue, vá direto ao hospital ou clínica de saúde mais próxima. Os médicos farão a suspeita clínica com base nas informações que você prestar, mas o diagnóstico de certeza é feito com o **exame de sangue para dengue** ou sorologia para dengue. Ele vai analisar a presença do vírus no seu sangue e leva de três a quatro dias para ficar pronto. No atendimento, outros exames serão realizados para saber se há sinais de gravidade ou se você pode manter repouso em casa.



40



41



42



43



44

Os usuários!



45



46

***Check List* do bom inspetor**

- perguntar se existem projetos;
- perguntar a idade da edificação;
- perguntar se existem históricos sobre a edificação;
- perguntar se existem pareceres ou laudo periciais anteriores;
- avaliar a necessidade de ensaios;
- confirmar o diagnóstico através de ensaios;
- seguir a normalização vigente
- tomar nota de tudo...



47

**Por que fazer
tudo isso?
Por que
estamos aqui?**

48

Edifício Atlântico

Guaratuba/PR

Acidente: 28/01/1995 manhã de sábado

Finalizado em 1994

6 andares + térreo

Estrutura subdimensionada

49

Prédio desaba e mata pelo menos 5 no Paraná

MÔNICA SANTANNA

de Fátima

Um prédio de seis andares desabou nesta manhã de sábado em Guaratuba, no Paraná, matando pelo menos cinco pessoas e ferindo outras 15. O acidente ocorreu às 10h30, quando o edifício, conhecido como Atlântico, desmoronou sobre si mesmo. O prédio, que estava em fase de construção, tinha sido inaugurado em 1994. O desabamento ocorreu durante uma obra de manutenção. Segundo fontes locais, o prédio era conhecido por ser inseguro e subdimensionado. O acidente ocorreu em uma manhã de sábado, às 10h30, quando o edifício, conhecido como Atlântico, desmoronou sobre si mesmo. O prédio, que estava em fase de construção, tinha sido inaugurado em 1994. O desabamento ocorreu durante uma obra de manutenção. Segundo fontes locais, o prédio era conhecido por ser inseguro e subdimensionado. O acidente ocorreu em uma manhã de sábado, às 10h30, quando o edifício, conhecido como Atlântico, desmoronou sobre si mesmo. O prédio, que estava em fase de construção, tinha sido inaugurado em 1994. O desabamento ocorreu durante uma obra de manutenção. Segundo fontes locais, o prédio era conhecido por ser inseguro e subdimensionado.

O prédio desabou após longo tempo de construção. Os bombeiros trabalharam para retirar os corpos das vítimas. O prédio era conhecido por ser inseguro e subdimensionado. O acidente ocorreu em uma manhã de sábado, às 10h30, quando o edifício, conhecido como Atlântico, desmoronou sobre si mesmo. O prédio, que estava em fase de construção, tinha sido inaugurado em 1994. O desabamento ocorreu durante uma obra de manutenção. Segundo fontes locais, o prédio era conhecido por ser inseguro e subdimensionado. O acidente ocorreu em uma manhã de sábado, às 10h30, quando o edifício, conhecido como Atlântico, desmoronou sobre si mesmo. O prédio, que estava em fase de construção, tinha sido inaugurado em 1994. O desabamento ocorreu durante uma obra de manutenção. Segundo fontes locais, o prédio era conhecido por ser inseguro e subdimensionado.

cotidiano



Vista do condomínio onde mora Leslie da Silva

Bala perdida atinge mulher na piscina

Enfermeira tomava sol em sua casa

Da Sucursal do Rio

O Rio viveu uma madrugada de sábado com tiroteios entre policiais militares e traficantes de drogas em cinco pontos da cidade. A principal ação ocorreu na ladeira dos Tabajaras, acesso à favela do morro dos Cabritos, em Copacabana (zona sul). A polícia saltou o morro ainda na noite de sexta-feira, após uma mulher ter sido atingida por uma bala perdida, enquanto estava na piscina de seu prédio, que fica na base do morro. Equipes do Batalhão de Operações Especiais da Polícia Militar realizaram uma incursão na favela. Após troca de tiros, com ineficazes, a ação terminou com a prisão de Eliseu Leite Farias Neto, 19, acusado de ter matado um traficante rival, Mércio Barcelos, há cinco dias. A mulher baleada, a enfermeira Leslie Keller da Silva, 29, levou um tiro na perna e foi hospitalizada. A bala teria sido disparada num impasse entre traficantes rivais que disputam há vários dias pontos de drogas. No início da madrugada, um carro da PM foi encurralado por cerca de 20 homens armados, supostos traficantes, num acesso ao morro do Turano, na Tijuca. Outros dois carros que saíram em auxílio dos policiais também ficaram encurralados. Após intenso tiroteio, a munição dos PMs acabou, e novo reforço foi solicitado. Equipes do 5 e 6 batalhões da PM foram acionados. Depois que o novo efetivo conseguiu retirar aos PMs do cerco dos supostos traficantes, os policiais foram embora do local, ainda sob rajadas de tiros. Por volta de 23h30, o posto de policiamento comunitário do mesmo morro foi metelhado por vários homens. Os cinco oficiais de plantão solicitaram reforço ao 6º BPM, que conseguiu dispersar os traficantes.

50



<http://www.gazetadopovo.com.br/vidaacidania/conteudo.phtml?id=968813>

51

As vésperas do Natal de 1994, o síndico Alcyon Pires Gomes Junior levou ao edifício um profissional para pintar a garagem. Quando chegaram lá o zelador falou que durante a noite eles tinham ouvido um barulho forte, e as portas e janelas do apartamento térreo não abriam mais. Também havia rachaduras. Eles imediatamente entraram em contato com o engenheiro que construiu a obra Ney Batista Torres, pedindo providências. Neste meio tempo também chamaram um técnico para fazer uma avaliação. Julgou-se que o dano era só no apartamento do zelador, mas foi sugerido que fosse feito um estudo mais detalhado da parte da fundação do prédio.

<http://guaratubaemhistorias.zip.net/>

O engenheiro que estava no exterior informou que ia fazer os reparos necessários, mas achou melhor esperar que a temporada terminasse para não atrapalhar os moradores. Uma semana antes do acidente novos barulhos foram ouvidos no prédio que apresentou novas rachaduras. Portas e janelas não abriam de praticamente todos os apartamentos e o elevador também não funcionava. Os moradores pediram medidas urgentes, Alcyon o síndico diz que o engenheiro foi até o local mas parecia que ele não tinha o “Know-how” suficiente para resolver o problema. Em assembléia os proprietários decidiram contratar uma empresa especializada, a Construtora Cambuí, para orientar o trabalho.

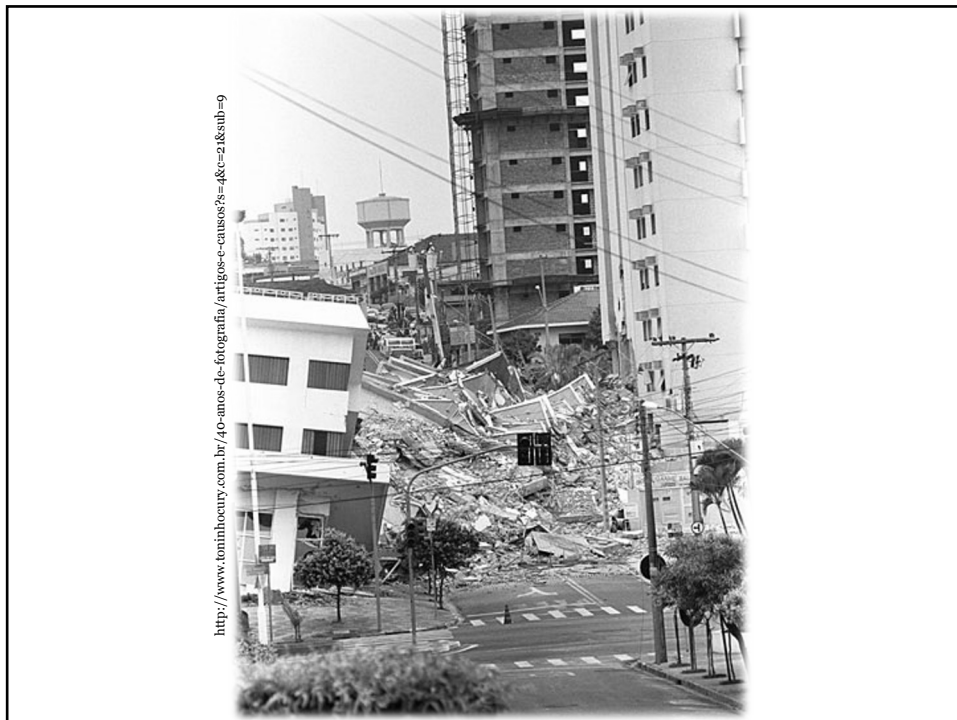
52

Edifício Itália

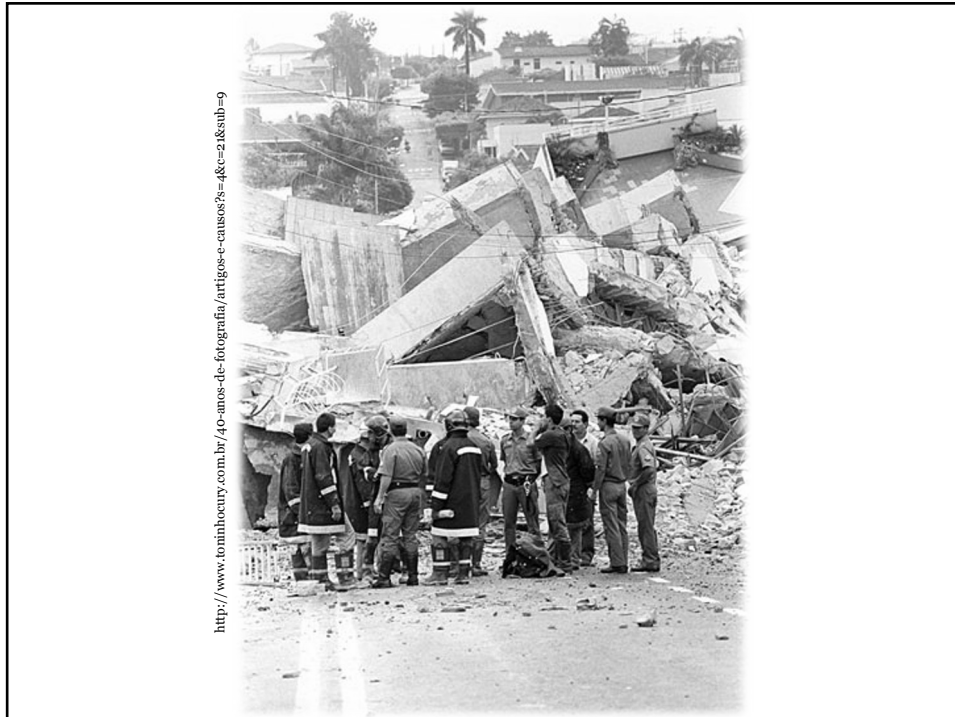
S. J. do Rio Preto/SP
Acidente: 16/09/1997
madrugada de terça-feira

Construção: 1985 → 1997
17 andares + térreo
Erros construtivos e de projeto

53



54



http://www.toninhocury.com.br/40-anos-de-fotografia/artigos-e-causas?&c=2&stb=9

55

Toninho Cury

Fotojornalista / Documentarista
Desde 1970

Sucessão de erros

repórter a chegar ao fato. De calça jeans, chinelo e camisa de pijama, captei as primeiras fotos que, posteriormente, foram publicadas no jornal Folha de São Paulo. Não só fui o primeiro como o único a fotografar e participar de todos os acontecimentos e atos relacionados aos prédios desde a queda até a implosão, a retirada de entulhos e limpeza do terreno. Minha intenção, não sei quando, é escrever um livro esmiuçando fatos interessantes e até pitorescos dessa tragédia".

Sinais
"O prédio já dava sinais de algo errado com pelo menos um ano de antecedência. Minha funcionária, na época, pegava o mesmo ônibus de uma funcionária de um dos apartamentos do Edifício Itália. Em conversas mantidas durante o trajeto, sua amiga relatava que no Edifício Itália "só morava gente enjoada". Seu marido era marceneiro e já era a terceira vez que ajustava portas de armários no edifício que sempre voltavam a entortar. Não só ele, como também um outro amigo, que era encanador, não conseguia tirar vazamentos de banheiros e ralos, pois o encanamento vivia rachando. Esses sinais nos levam a crer na frase de um engenheiro italiano que veio ao Brasil apenas para ver de perto a tragédia: "O melhor amigo do homem é o concreto, pois antes de desabar envia os sinais"."

Bastidores
"No dia 15 de Outubro, após a queda do edifício, por volta das 14h, a Avenida Pedro Berrini chegou a...

Sinais
"O prédio já dava sinais de algo errado com pelo menos um ano de antecedência. Minha funcionária, na época, pegava o mesmo ônibus de uma funcionária de um dos apartamentos do Edifício Itália. Em conversas mantidas durante o trajeto, sua amiga relatava que no Edifício Itália "só morava gente enjoada". Seu marido era marceneiro e já era a terceira vez que ajustava portas de armários no edifício que sempre voltavam a entortar. Não só ele, como também um outro amigo, que era encanador, não conseguia tirar vazamentos de banheiros e ralos, pois o encanamento vivia rachando. Esses sinais nos levam a crer na frase de um engenheiro italiano que veio ao Brasil apenas para ver de perto a tragédia: "O melhor amigo do homem é o concreto, pois antes de desabar envia os sinais"."

...a caixa d'água que caíra há poucos metros dos policiais, quase ocasionando uma tragédia maior. A torre caiu em linha, puxada pelo peso das escadas, atingindo de resvalos os Edifícios Camões, Paraty e um posto de combustíveis com seus tanques repletos. Apenas uma casa, onde residia e trabalhava um cirurgião dentista, foi atingida.

56

Estudo de caso (não existe receita pronta!)

57

Ficha técnica

- **expansão da praça de alimentação de Shopping no interior de SP;**
- **dois pavimentos – térreo e primeiro andar - área de 1500m²;**
- **sistema estrutural: pilares de concreto moldado *in loco*, vigas maciças pré-fabricadas e lajes em painéis alveolares pré-fabricados;**
- **colapso parcial da estrutura, numa região onde parte dos pré-fabricados já estava montada.**

na ocasião das inspeções realizadas, a obra se encontrava em situação de embargo

58



59

Procedimento executivo

Execução (construção) dos pilares com uso
de concreto moldado *in loco*



Montagem das vigas pré-fabricadas



Montagem dos painéis (lajes) alveolares
(fechamento dos vãos)

no caso desta estrutura, não havia plano de montagem!

60

Apontamentos importantes

- **Não fora encontrado nenhum plano ou procedimento de montagem, nenhum registro de correspondências e nem quaisquer consultas entre a construtora, a fabricante (e montadora) dos elementos pré-fabricados e o projetista, sobre procedimentos de montagem, precedente ao fato ocorrido;**
- **Não havia no projeto estrutural a indicação sobre o uso de dispositivos de travamento ou ligações provisórias, quando da montagem de painéis (lajes) alveolares somente de um dos lados da viga para garantia da estabilidade do sistema.**

61

Relatos da construtora

26/08/08

Montagem de vigas e painéis alveolares que compreendem os eixos 27C-27D/Q-Q'. As vigas montadas e já sobrecarregadas com os painéis alveolares já apresentavam um deslocamento de suas posições originais conforme ocorridos em todos os casos anteriores.

27/08/08

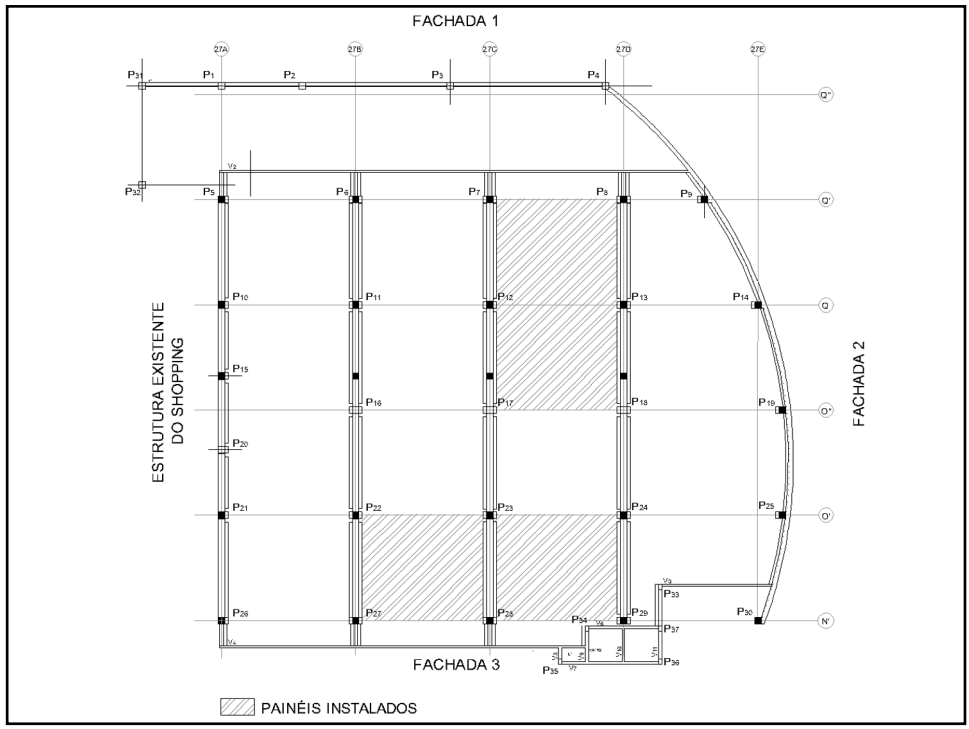
Prosseguiram-se os serviços de montagem das vigas e painéis assim como todos os serviços complementares da obra.

28/08/08

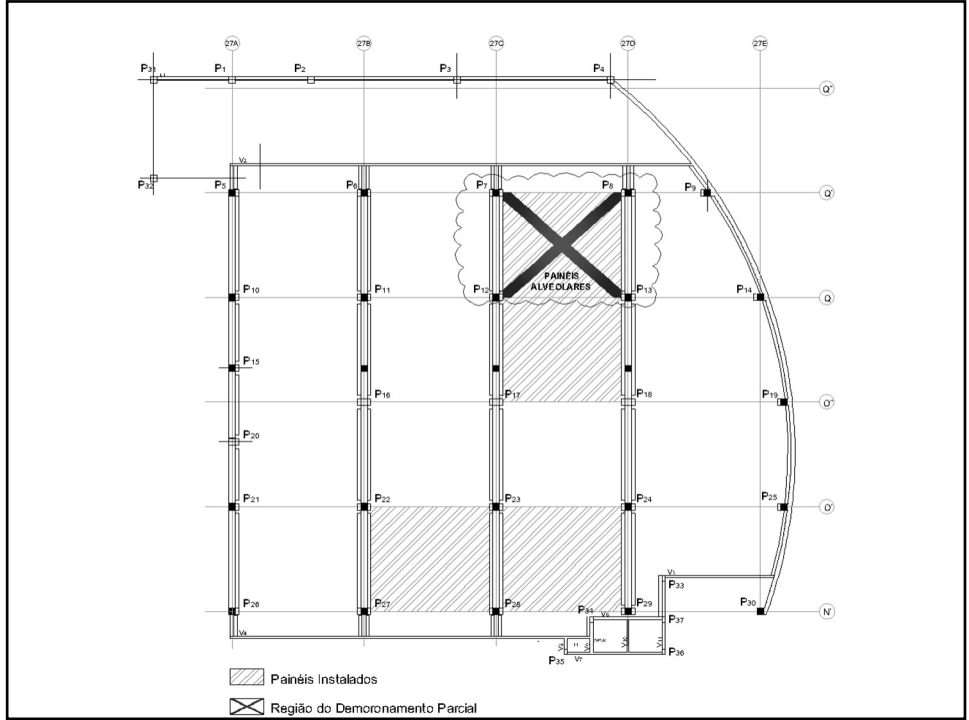
Por volta das 17:50hs uma das vigas que tinha sido montada dia 26/08, por algum fato ainda em estudo, saiu de sua posição de montagem caindo de uma altura de aproximadamente 6m, trazendo com ela as lajes pela mesma suportada."*

**Houve uma explosão nas imediações da obra que poderia ter causado uma vibração excessiva minutos antes do ocorrido.*

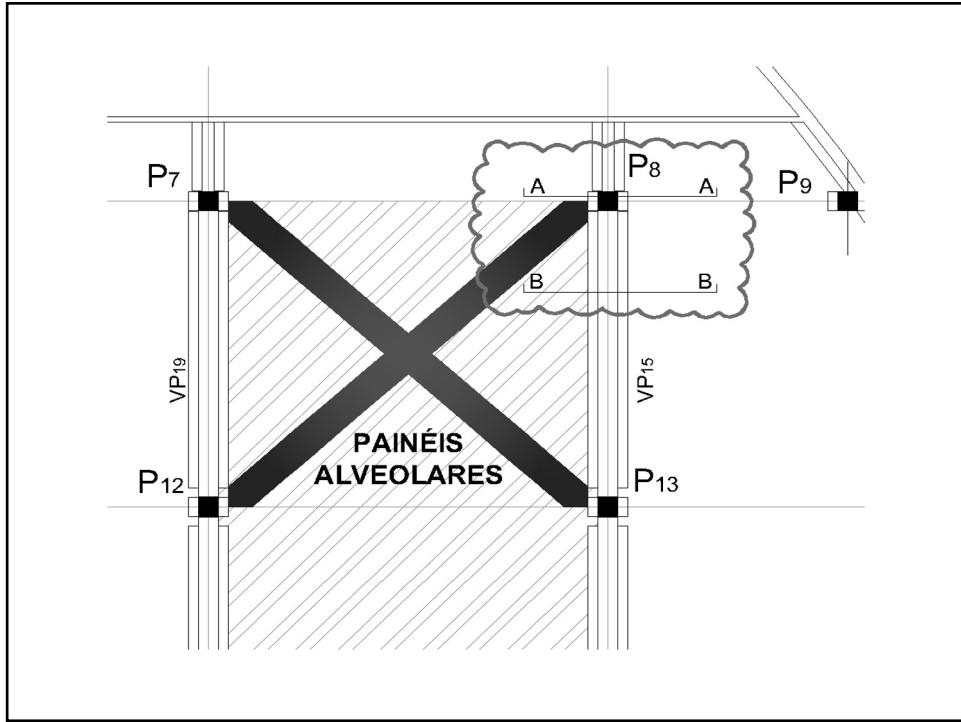
62



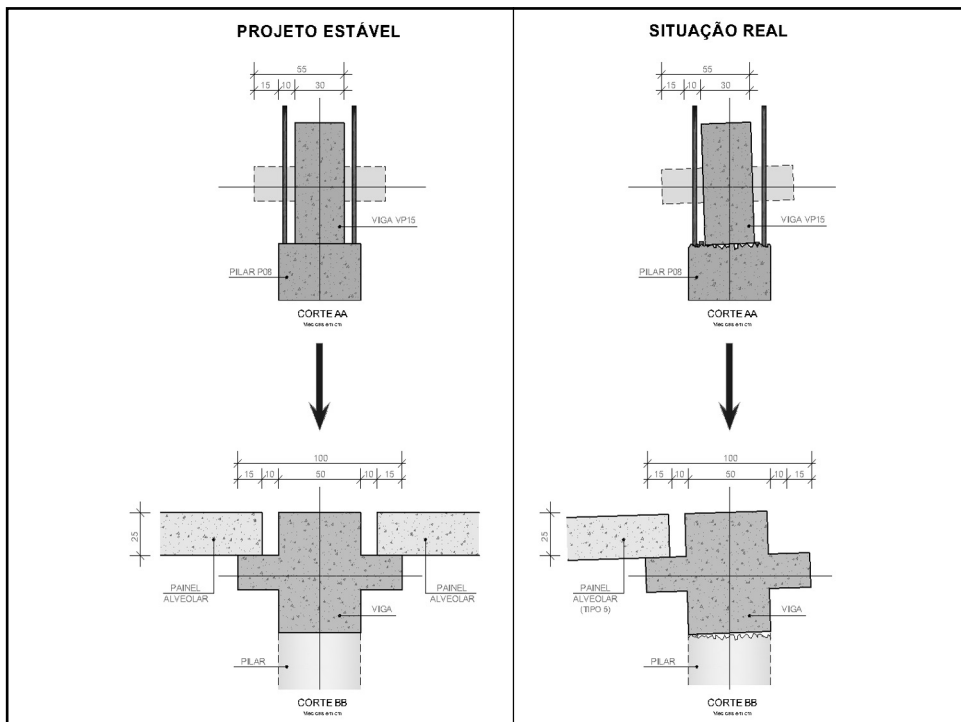
63



64



65



66



67



Painéis alveolares que estavam colocados no vão formado pelos pilares P07, P08, P12 e P13

Viga pré-moldada VP15 após o desmoldamento.

68



69

Relatos da construtora

26/08/08

Montagem de vigas e painéis alveolares que compreendem os eixos 27C-27D/Q-Q'. As vigas montadas e já sobrecarregadas com os painéis alveolares já apresentavam um deslocamento de suas posições originais conforme ocorridos em todos os casos anteriores.



essa região não fora interditada e estava liberada para serviços e tráfego de pessoas

70

Relatos da construtora

28/08/08

Por volta das 17:50hs uma das vigas que tinha sido montada dia 26/08, por algum fato ainda em estudo, saiu de sua posição de montagem caindo de uma altura de aproximadamente 6m, trazendo com ela as lajes pela mesma suportada."*



no início do trabalho inspeção, as lajes que desmoronaram já haviam sido removidas, portanto não foram inspecionadas

71

Plano de Estudo

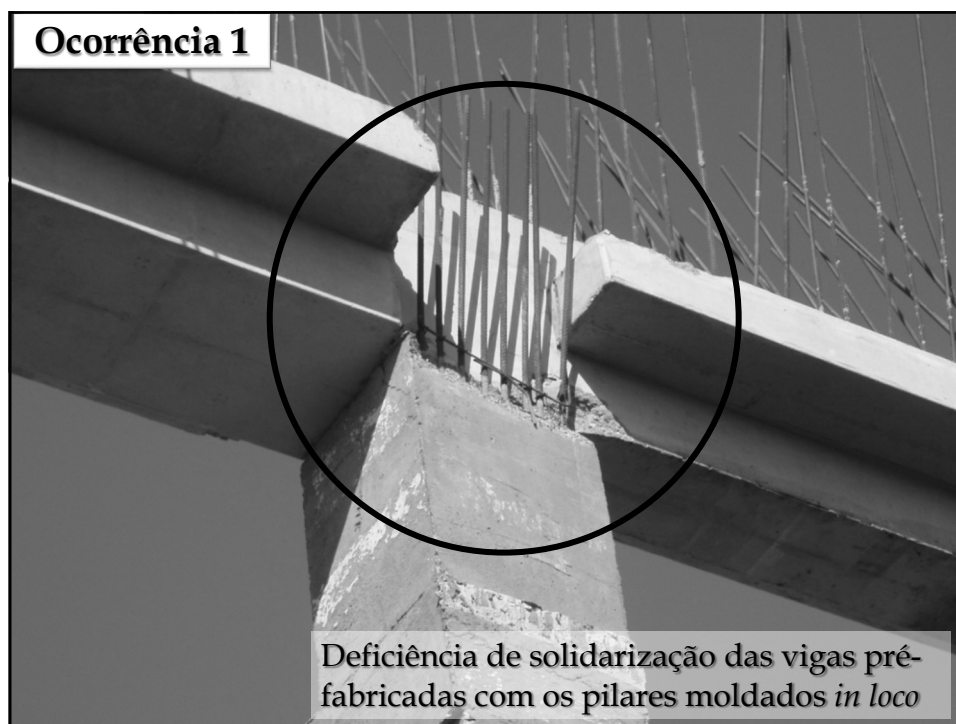


72

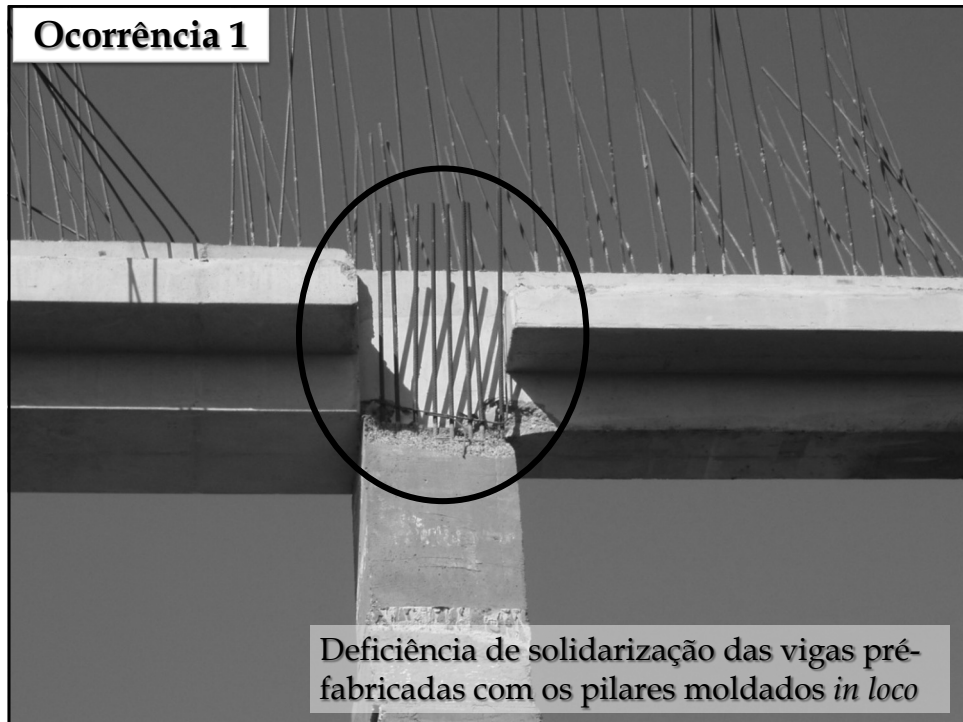
Plano de inspeções e ensaios

- Inspeção visual da estrutura;
- Verificação geométrica;
- Ensaio não destrutivo de esclerometria;
- Extração de testemunhos e ensaio de resistência à compressão do concreto;
- Qualidade do concreto - análise petrográfica;
- Contra-molde e molde da superfície do Pilar P08 e simulação do apoio da Viga VP15 na superfície do Pilar P08.

73



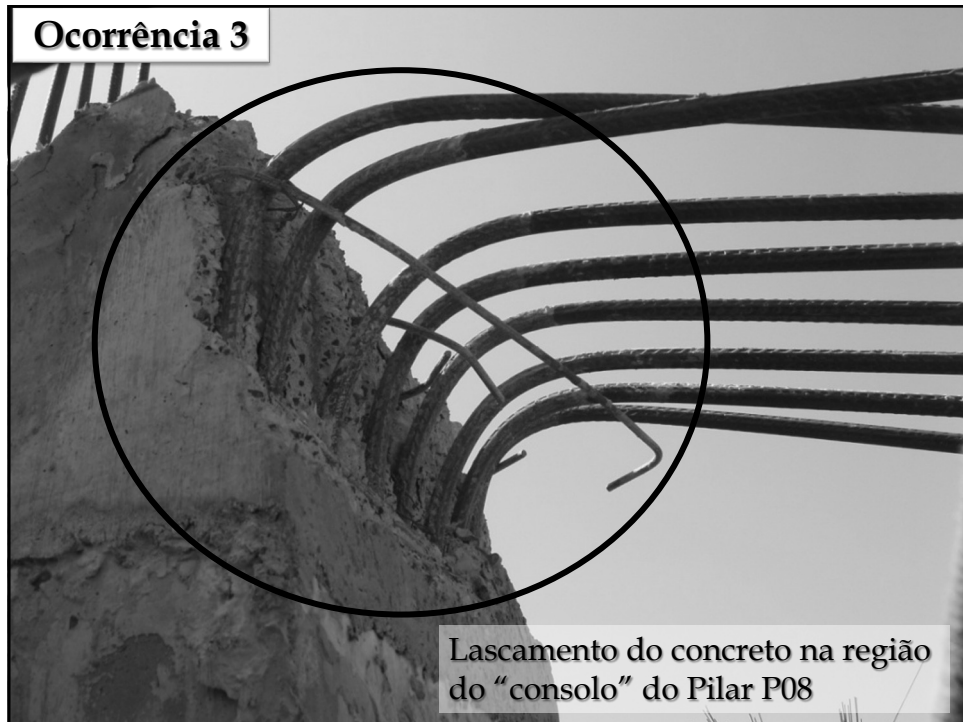
74



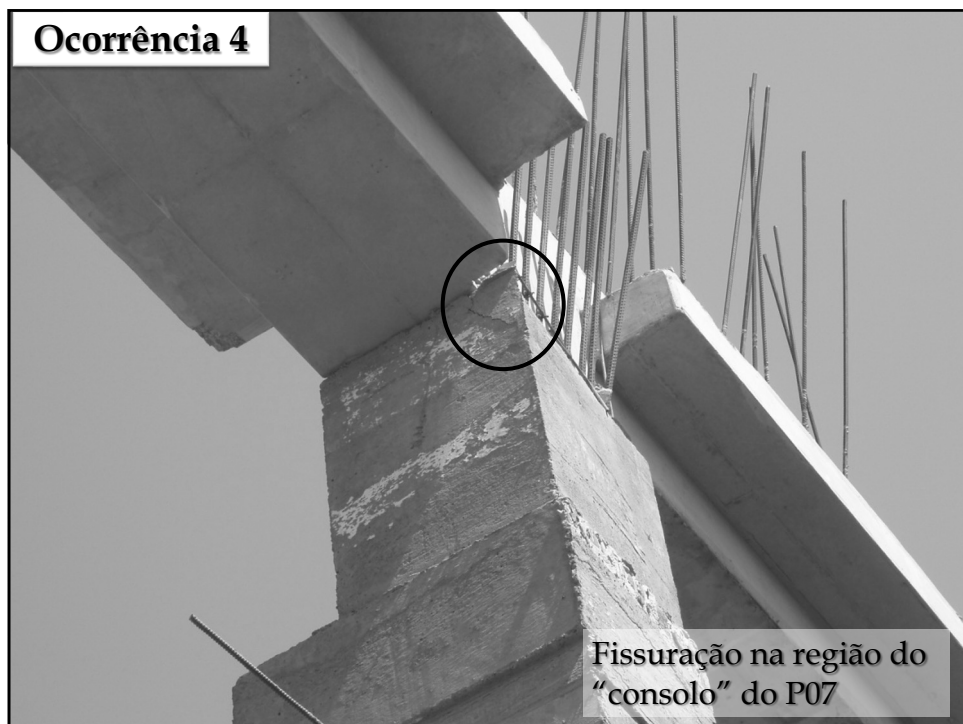
75



76



77



78



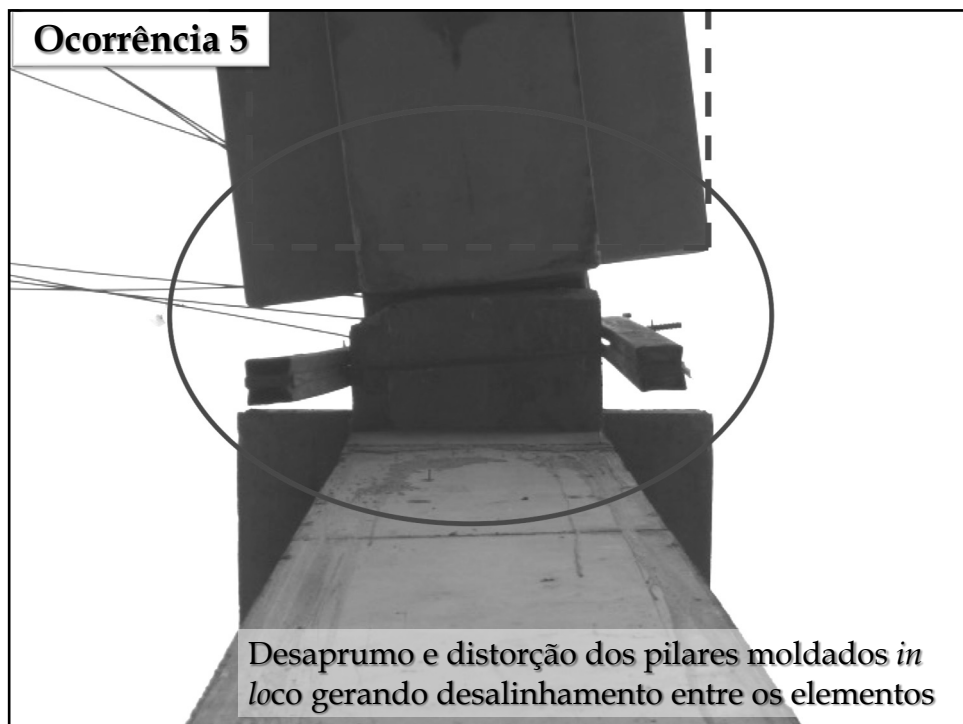
79



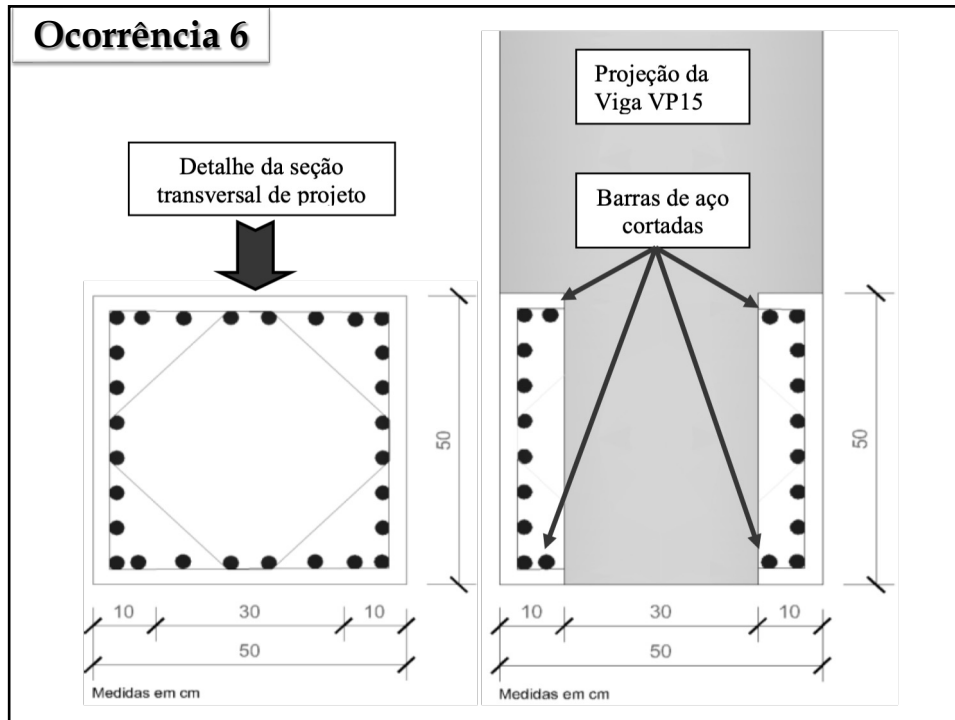
80



81



82

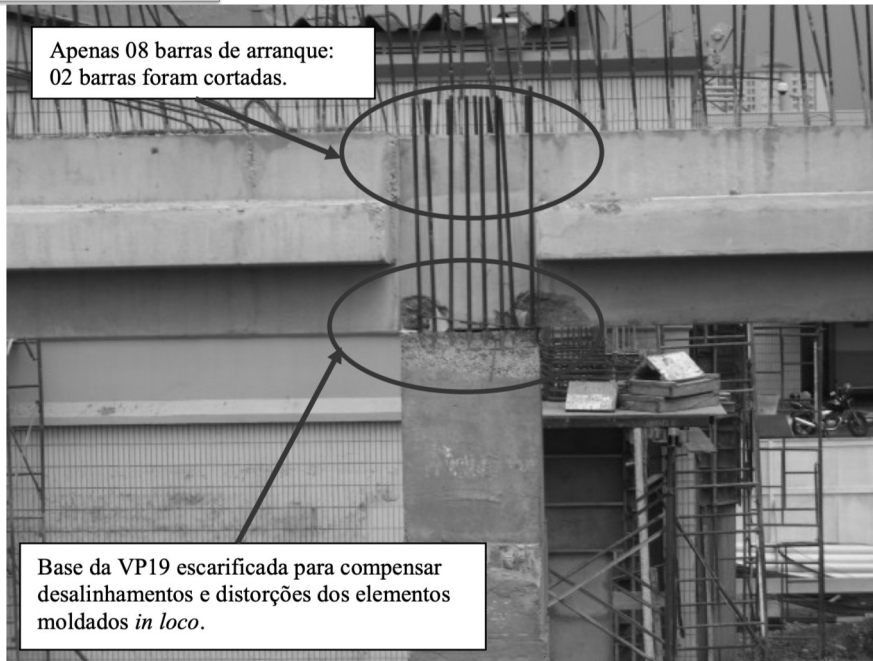


83



84

Ocorrência 6

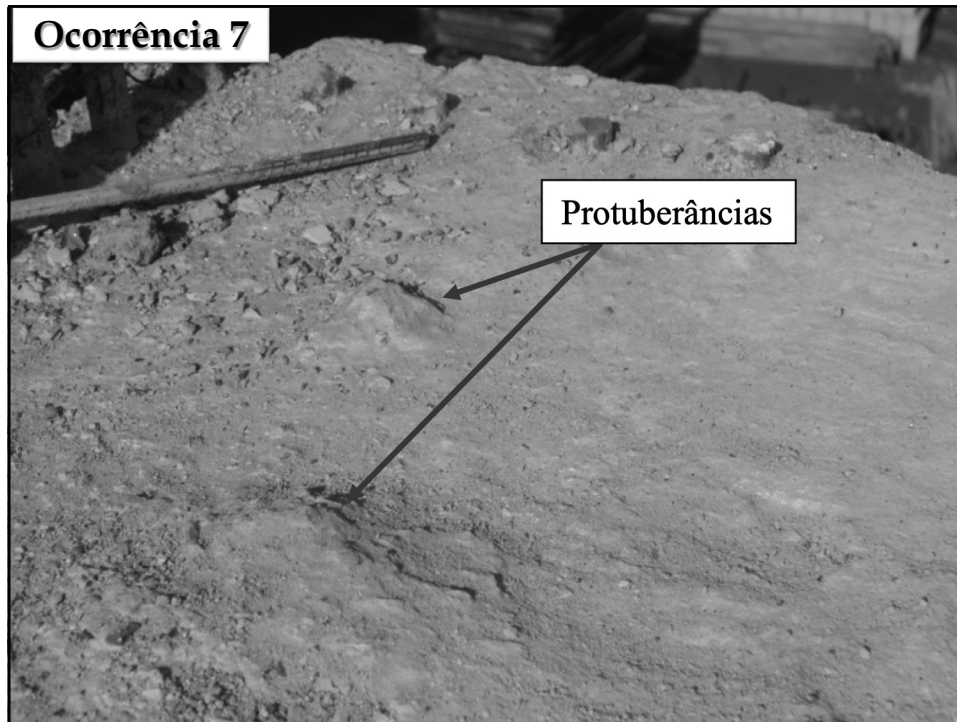


85

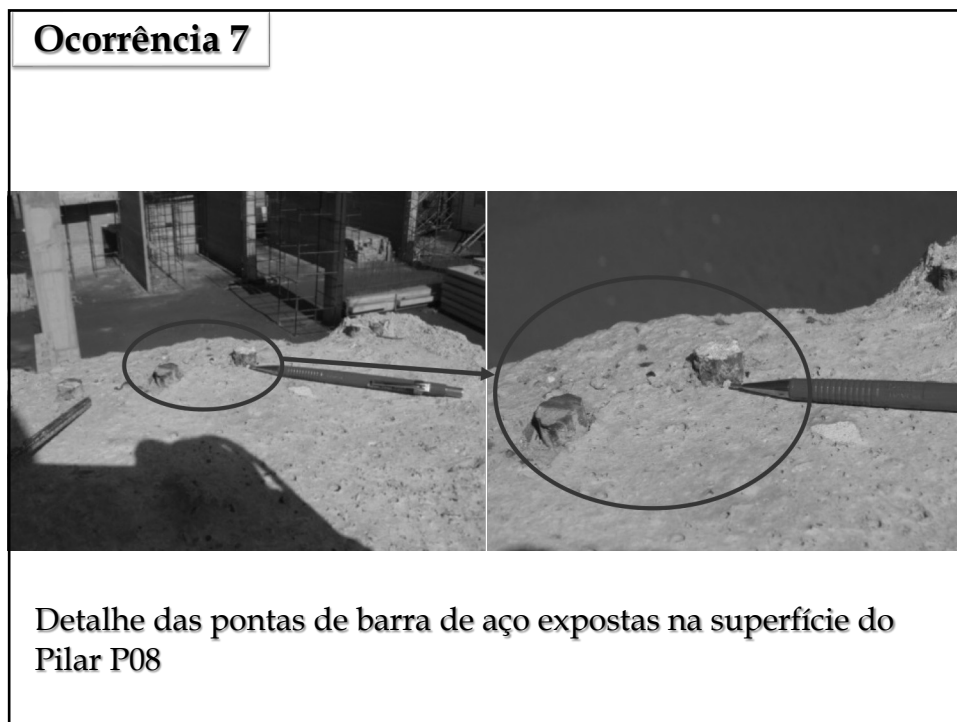
Ocorrência 7



86

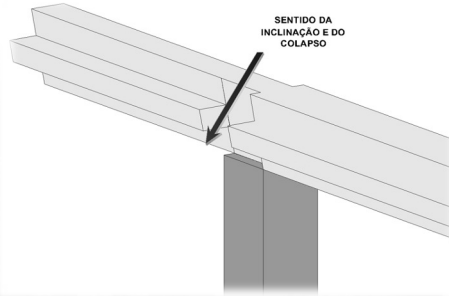


87



88

Ocorrência 7



Inclinação de 3% no sentido do tombamento da viga



89

Ocorrência 8



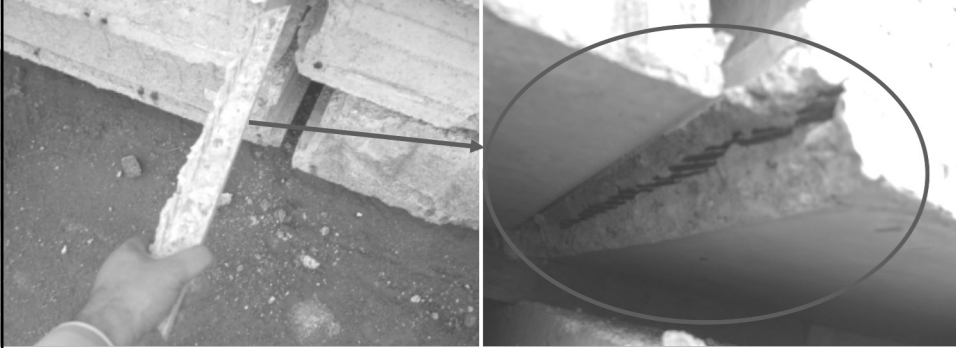
Falhas de adensamento na borda do painel alveolar (algumas armaduras estão visíveis evidenciando também o baixo cobertura de concreto nesta região).

Falhas de concretagem (ninhos) na superfície dos painéis alveolares



90

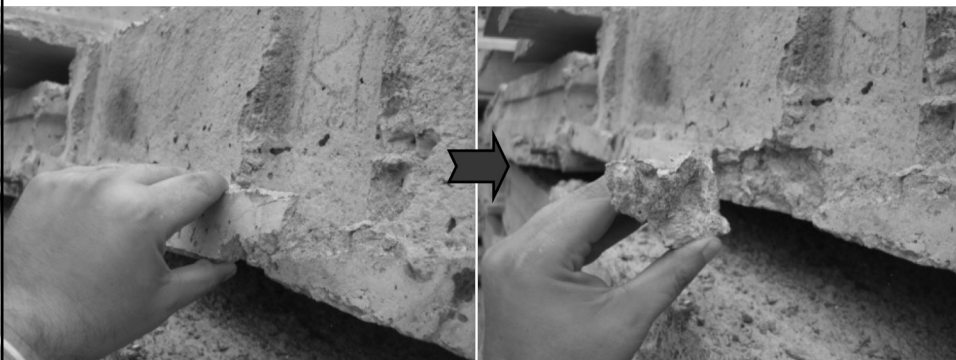
Ocorrência 8



Porção de concreto removida manualmente: o concreto estava "solto" na região de cobrimento da armadura

91

Ocorrência 8



Porção de concreto removida manualmente: o concreto estava "solto" na região de cobrimento da armadura

92

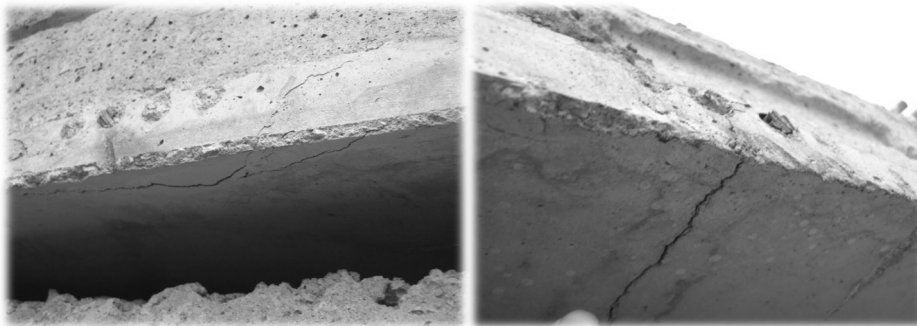
Ocorrência 8



Fissuras na borda do painel alveolar

93

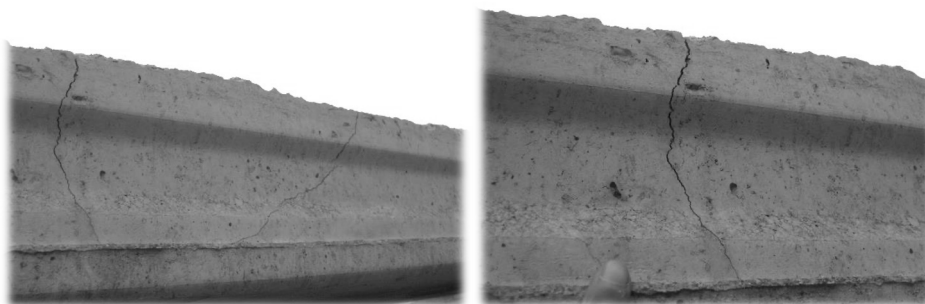
Ocorrência 8



Fissuras na parte inferior do painel alveolar na região de apoio no berço da viga de concreto pré-fabricado

94

Ocorrência 8



Fissuras na parte lateral do painel alveolar

95

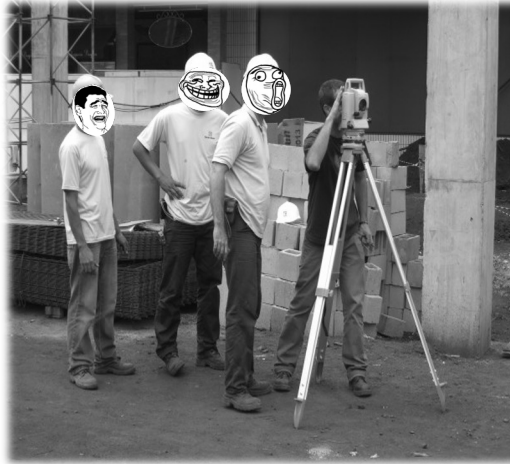
Plano de inspeções e ensaios

- Inspeção visual da estrutura;
- **Verificação geométrica;**
- Ensaios não destrutivos de esclerometria;
- Extração de testemunhos e ensaio de resistência à compressão do concreto;
- Qualidade do concreto - análise petrográfica;
- Contra-molde e molde da superfície do Pilar P08 e simulação do apoio da Viga VP15 na superfície do Pilar P08.

96

Verificação geométrica

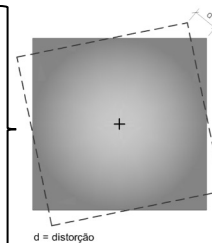
Dos 30 (trinta) pilares de concreto moldado *in loco*, 08 (oito) foram verificados geométrica e detalhadamente, ou seja, 27% do total.



97

Verificação geométrica

Pilar	Altura total (m)	Leituras da verticalidade (mm)			Deslocamentos (desaprumo) em (mm)	Distorções da base para o topo em (mm)
		base (mm)	meio (mm)	topo (mm)		
<u>P08</u>	6,30	0,00	1,82	11,06	11,06	28,7
<u>P13</u>	6,30	0,00	2,68	12,83	12,83	47,6
P18	6,30	0,00	0,93	11,36	11,36	41,7
P17	6,30	0,00	1,00	1,56	1,56	41,8
<u>P12</u>	6,30	0,00	1,83	4,18	4,18	18,2
<u>P07</u>	6,30	0,00	1,00	1,56	1,56	0,00
P11	6,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P16	6,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



tolerância dimensional (distorção) da ABNT NBR 9062:2006 = +/- 5mm!



98

Plano de inspeções e ensaios

- Inspeção visual da estrutura;
- Verificação geométrica
- **Ensaio não destrutivo de esclerometria;**
- Extração de testemunhos e ensaio de resistência à compressão do concreto;
- Qualidade do concreto - análise petrográfica;
- Contra-molde e molde da superfície do Pilar P08 e simulação do apoio da Viga VP15 na superfície do Pilar P08.

99

Ensaio não destrutivo de esclerometria

- O ensaio de esclerometria foi realizado em 27% dos pilares (10 pontos, sendo 02 deles no “consolo” do Pilar P08);
- Além dos pilares foram realizados 03 pontos na viga pré-fabricada VP15;

100

Esclerometria – ferramenta qualitativa

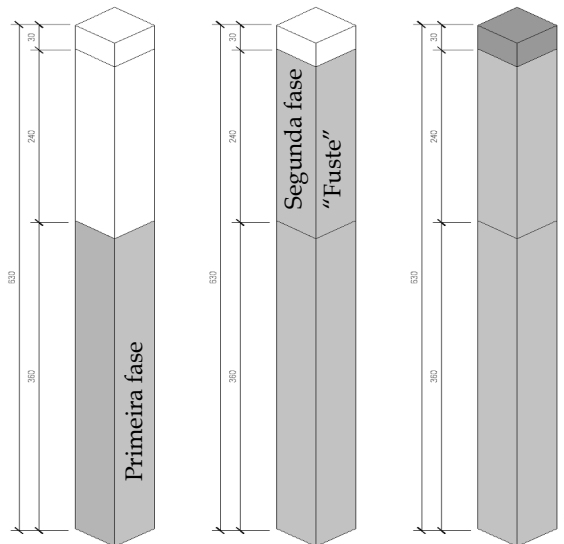


Verificação da existência de diferenças significativas entre os índices esclerométricos do “console” do Pilar P08 e de outros pilares

101

Esclerometria – ferramenta qualitativa

Terceira fase
“Console”



Esquema das fases de concretagem dos pilares moldados *in loco*

102

Esclerometria – resultados

Pilar	Índices Esclerométricos Individuais									Índice Esclerométrico Efetivo
P04	39	40	42	43	41	41	40	XX	38	41
P25	39	41	40	42	40	39	38	40	42	40
P14	33	XX	XX	36	33	33	33	34	XX	34
P18	36	34	33	36	38	XX	34	XX	35	35
P23	41	43	41	42	39	40	41	41	39	41
P16	35	35	34	35	35	37	38	38	34	36
P06	39	41	39	XX	40	38	39	40	XX	39
P08 "fuste"	37	39	39	42	XX	40	40	40	39	40
"consolo" P08	35	32	35	32	32	XX	31	XX	31	33
"consolo" P08	30	28	29	XX	XX	XX	26	26	27	28

Diferença de 25% entre o "consolo" do P08 e os outros pilares ensaiados (valores médios)

103

Esclerometria – resultados

Viga pré-fabricada VP15:

Viga	Índices Esclerométricos Individuais									Índice Esclerométrico Efetivo
VP15	36	34	36	37	35	35	33	33	XX	36
VP15	39	42	41	39	37	40	37	38	39	39
VP15 (apoio)	39	39	41	38	36	35	38	35	38	38

104

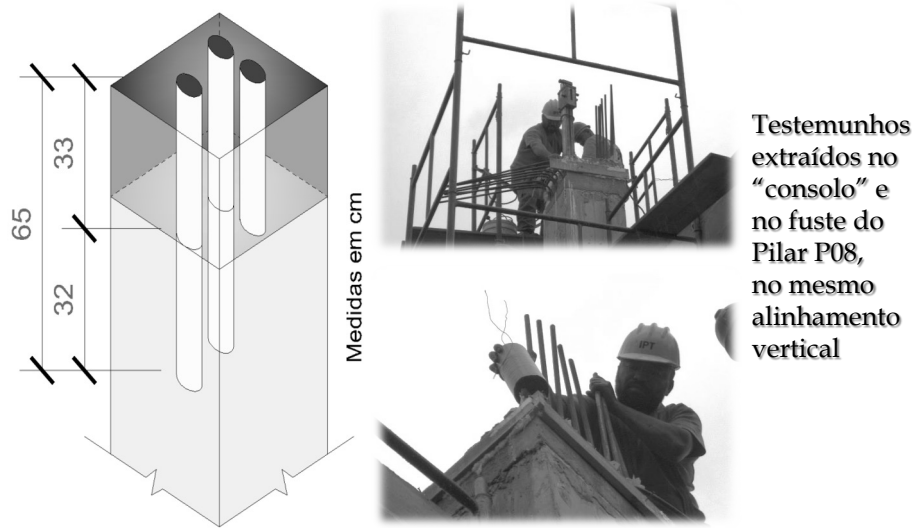
Plano de inspeções e ensaios

- Inspeção visual da estrutura;
- Verificação geométrica
- Ensaios não destrutivos de esclerometria;
- **Extração de testemunhos e ensaio de resistência à compressão do concreto;**
- Qualidade do concreto - análise petrográfica;
- Contra-molde e molde da superfície do Pilar P08 e simulação do apoio da Viga VP15 na superfície do Pilar P08.

105

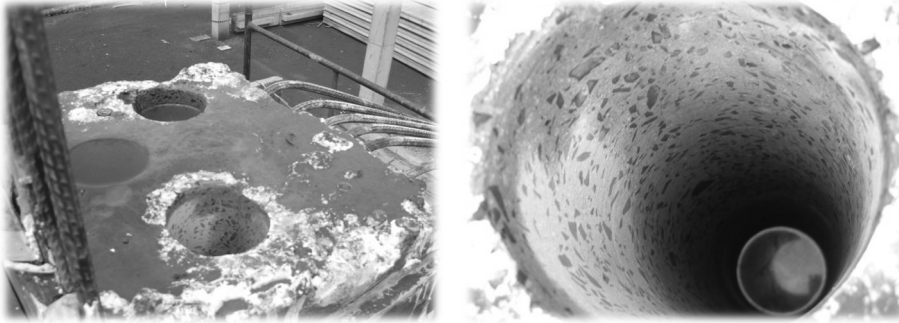
Extração de testemunhos

Foram extraídos 05 testemunhos cilíndricos com 10cm de diâmetro do Pilar P08, sendo 03 do “consolo” e 02 do fuste.



106

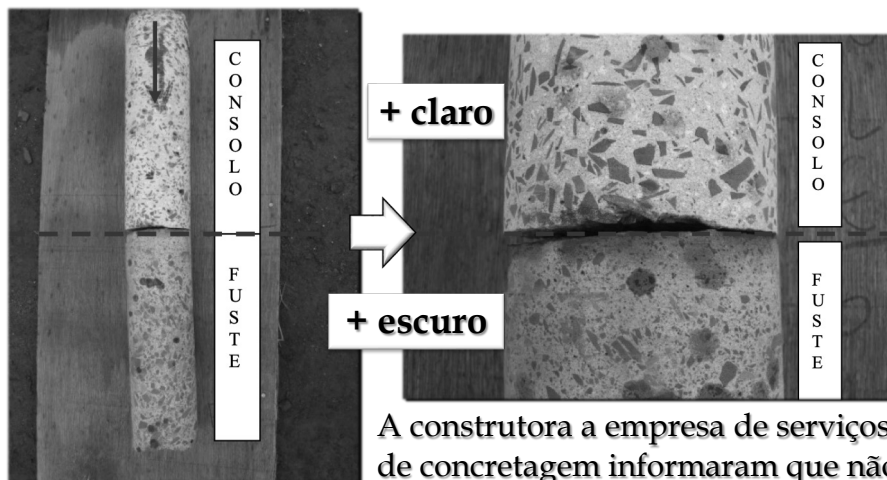
Extração de testemunhos



concreto homogêneo

107

Extração de testemunhos



A construtora a empresa de serviços de concretagem informaram que não houve alterações no traço do concreto

108

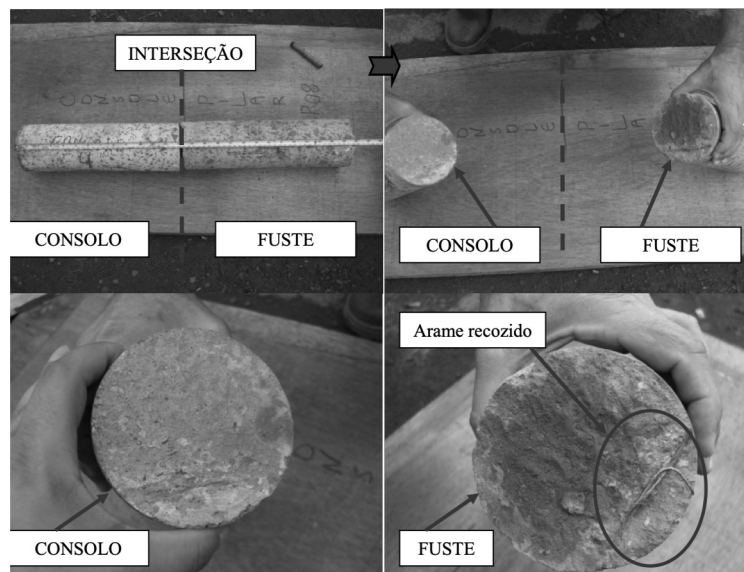
fôrmas?



109

Extração de testemunhos

Má aderência entre o concreto do "consolo" com o concreto do fuste do Pilar P08



110

Resultados dos ensaios de resistência à compressão

Elemento	Resistência à compressão (MPa)
Pilar P08 (consolo)	36,2
Pilar P08 (fuste)	43,4

Diferença de 20%
entre os dois pontos

f_{ck} de projeto para toda a estrutura = 40MPa
Idade do elemento = 60dias

diferença esclerometria: 25%

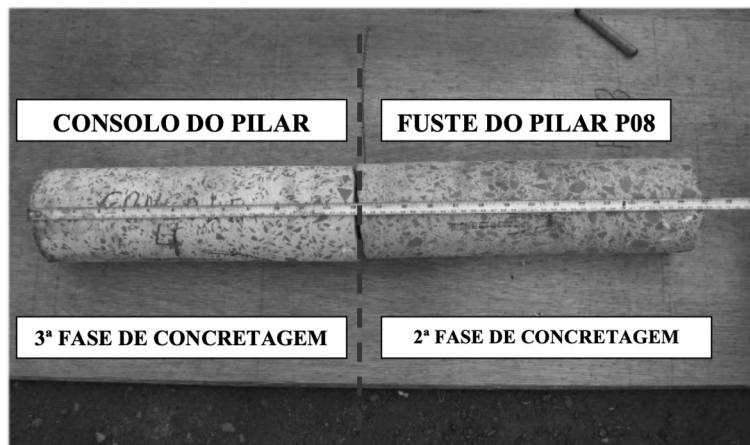
111

Plano de inspeções e ensaios

- Inspeção visual da estrutura;
- Verificação geométrica
- Ensaios não destrutivos de esclerometria;
- Extração de testemunhos e ensaio de resistência à compressão do concreto;
- Qualidade do concreto - análise petrográfica;
- Contra-molde e molde da superfície do Pilar P08 e simulação do apoio da Viga VP15 na superfície do Pilar P08.

112

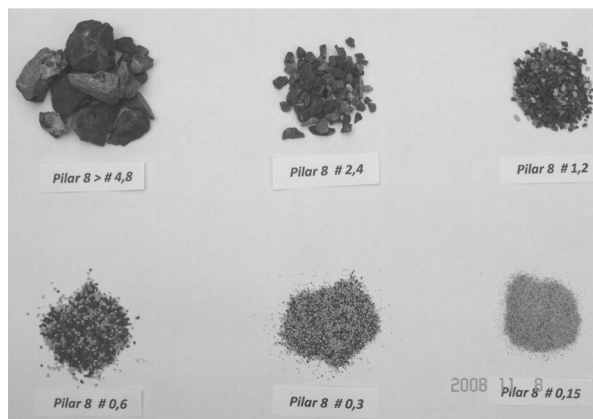
Reconstituição de traço ou Apreciação Petrográfica Comparativa?



A Empresa de Serviços de Concretagem afirmou que empregava uma mistura de areia artificial (predominante) e areia natural

113

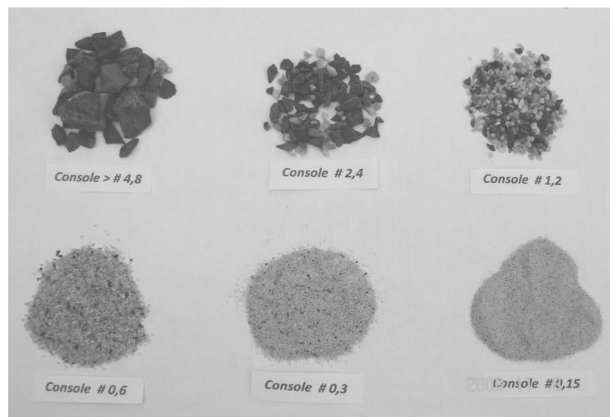
Apreciação Petrográfica Comparativa



Frações de agregado miúdo do concreto do fuste do Pilar P08 após tratamento, lavagem e peneiramento - 100% de areia artificial

114

Apreciação Petrográfica Comparativa



Frações de agregado miúdo do concreto do “console” do Pilar P08 após tratamento, lavagem e peneiramento - mistura de areia natural (predominante) e artificial

115

Análise e discussão dos resultados

É possível considerar pelo menos 03 hipóteses:

1. O concreto dos “consolos” foi confeccionado na própria obra pela construtora;
2. A Empresa de Serviços de Concretagem entregou concretos diferentes;
3. A Construtora adquiriu concreto de outro fornecedor.

116



117



118

Plano de inspeções e ensaios

- Inspeção visual da estrutura;
- Verificação geométrica
- Ensaio não destrutivo de esclerometria;
- Extração de testemunhos e ensaio de resistência à compressão do concreto;
- Qualidade do concreto - análise petrográfica;
- **Contra-molde e molde da superfície do Pilar P08 e simulação do apoio da Viga VP15 na superfície do Pilar P08.**

119

Contra-molde do apoio da Viga VP15 no Pilar P08



120

Molde do apoio da Viga VP15 no Pilar P08



121

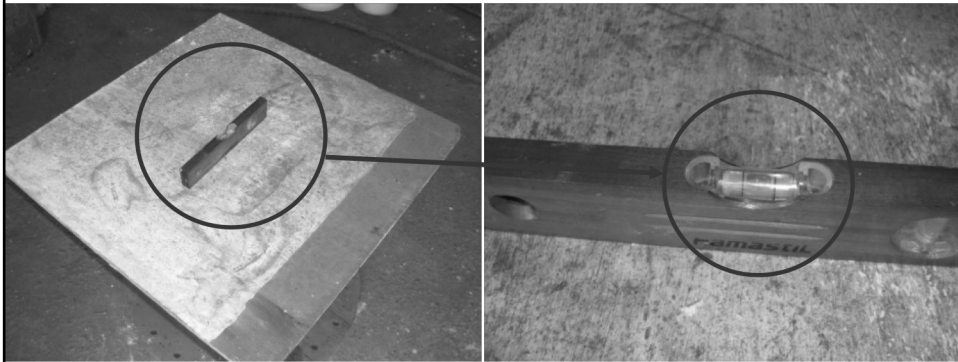
Simulação do apoio da Viga VP15 no Pilar P08



Protótipo de simulação da viga na região do apoio

122

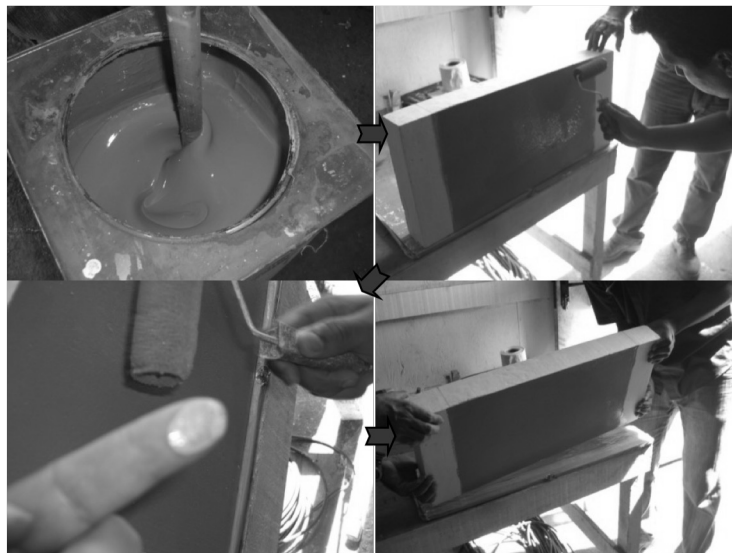
Simulação do apoio da Viga VP15 no Pilar P08



Procedimento de nivelamento da bancada de ensaio e detalhe do nivelamento

123

Simulação do apoio da Viga VP15 no Pilar P08



124

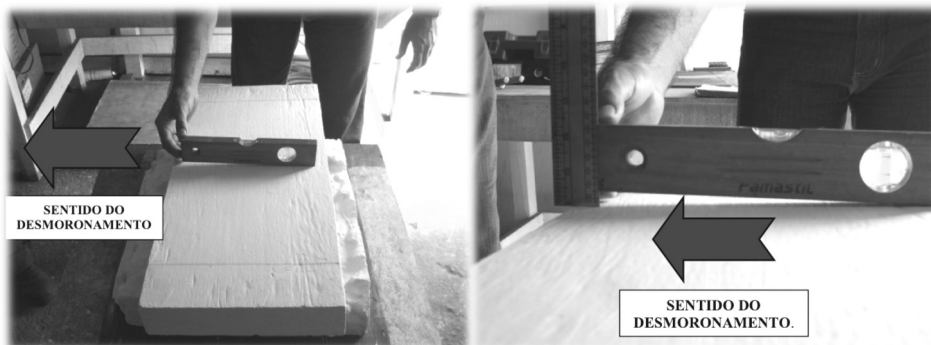
Simulação do apoio da Viga VP15 no Pilar P08



Procedimento de simulação de apoio da Viga VP15 na superfície do Pilar P08 com a tinta na base do protótipo no estado fresco.

125

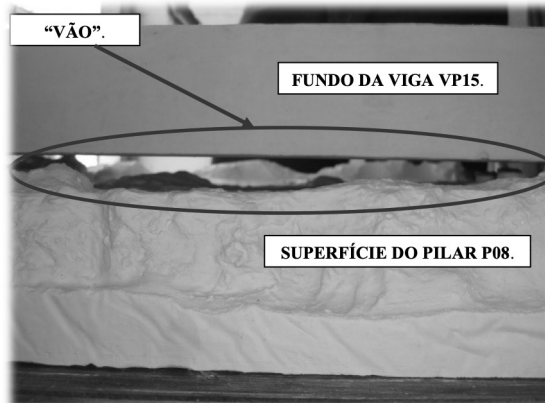
Simulação do apoio da Viga VP15 no Pilar P08



Desnível de 3% no sentido do tombamento

126

Simulação do apoio da Viga VP15 no Pilar P08



Vão entre o apoio da viga na superfície do pilar: o contato deveria ser total

127

Simulação do apoio da Viga VP15 no Pilar P08



Pequenas manchas brancas no protótipo da Viga correspondem à área de 0,4% de contato com a superfície do Pilar

128

Diagnóstico (essência)

A origem do problema;
O mecanismo de ocorrência do problema;
Os eventuais agravantes;
Os sintomas, avisos e manifestações patológicas;
O prognóstico; e
As recomendações para correção.

129

Diagnóstico (avisos)

Sintomas, Avisos e Manifestações Patológicas: a própria estrutura forneceu "avisos" que poderiam ter sido considerados para que fossem tomadas ações corretivas preventivas que, se tomadas, poderiam ter evitado o acidente.

130

Diagnóstico (avisos)

O primeiro aviso dado pela estrutura foi o surgimento de fissuras no concreto do topo ("consolos") dos pilares na região de apoio das vigas. Este concreto (da 3ª fase de concretagem) também apresentou resistência 20% abaixo da exigida em projeto.

131



132

Diagnóstico (avisos)

O segundo aviso foi referente ao desalinhamento das vigas pré-fabricadas, que receberam carga dos painéis alveolares apoiados somente em um dos lados. A situação de desequilíbrio era visível, indicando uma inclinação acentuada destas vigas.

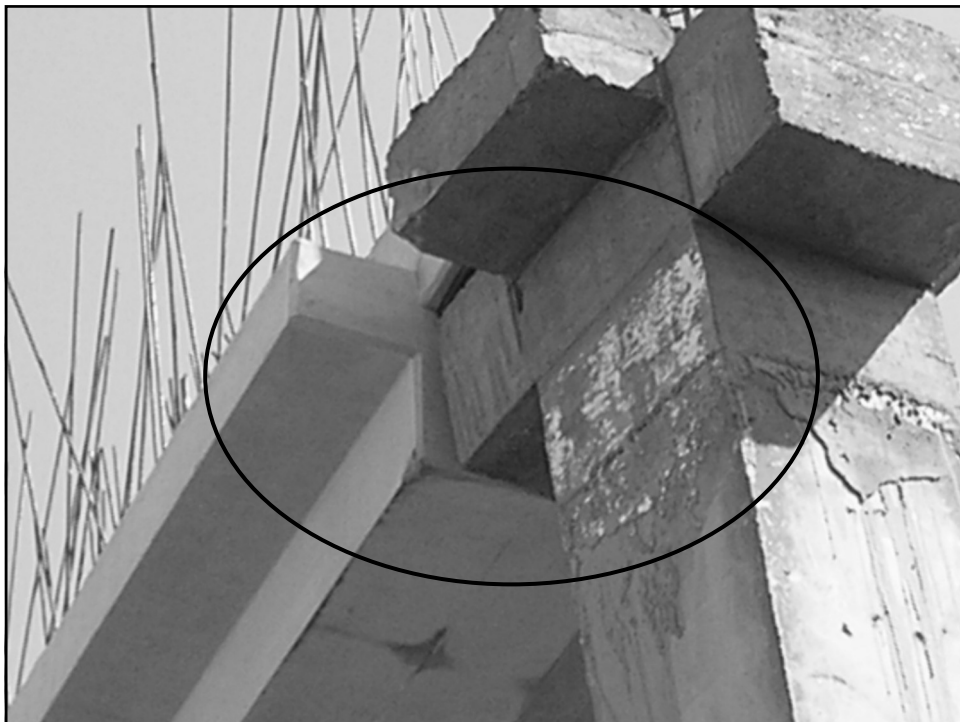
133



134



135



136

Diagnóstico (avisos)

O terceiro aviso foi referente a superfície do Pilar P08 que servia de apoio da viga VP15, que tombou no desmoronamento. Evidentemente, quando apoiada na superfície do Pilar P08, a viga VP15 já possuía uma inclinação de 3% precedente a colocação dos painéis alveolares, e este fato deveria ser constatado quando do apoio desta viga, uma vez que em montagem de estruturas de concreto pré-fabricado, estas irregularidades são inadmissíveis, pois são usados teodolitos para a verificação do alinhamento e do nivelamento dos elementos.

Independente de quaisquer procedimentos e/ou planos de montagem, a superfície do Pilar P08 deveria estar perfeitamente lisa, plana e nivelada, sem ponta de barras de aço expostas, protuberâncias e desnivelamentos.

137



138

Diagnóstico

Prognóstico

Por prognóstico entende-se uma projeção do que pode ocorrer no futuro diante de um cenário de não intervenção, ou seja, admitindo que não sejam corrigidos os procedimentos atuais e tudo continue como está.

Nestas condições hipotéticas e indesejadas, continuará ocorrendo riscos elevados de novos colapsos e tombamentos.

139

Diagnóstico

Ações corretivas

Entre as ações corretivas que poderiam ter sido tomadas, destaca-se o uso de dispositivos de travamento capazes de promover a estabilidade da viga em situação de montagem da estrutura com painéis alveolares somente em um dos lados, conhecidos como "ligações provisórias" e/ou até o uso de escoramentos provisórios.

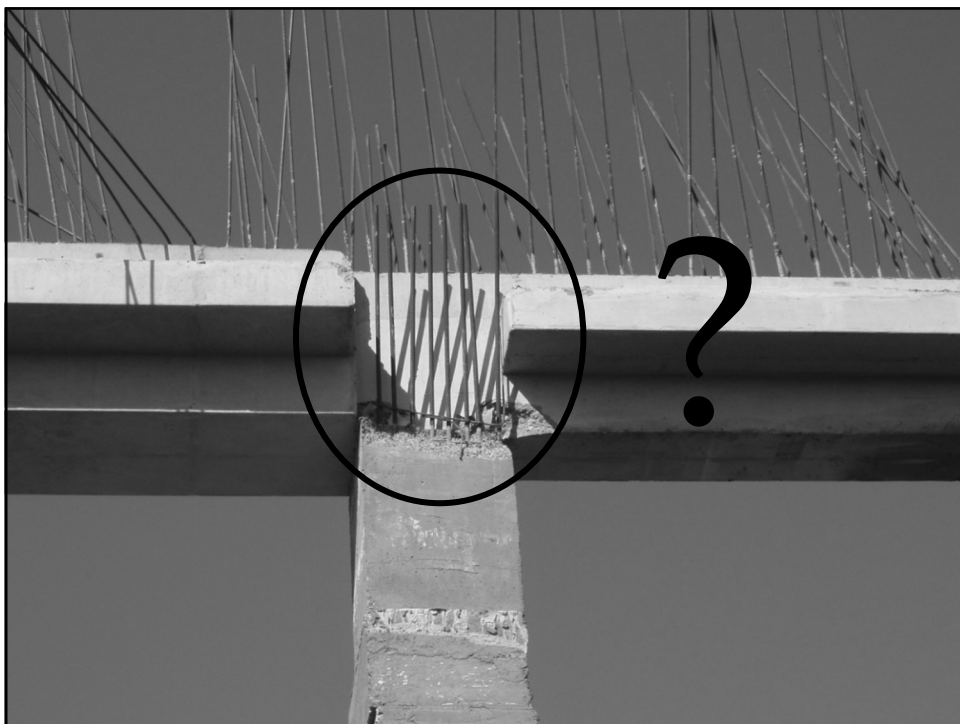
140

Diagnóstico (ações corretivas)



Exemplo de “ligação provisória” promovendo a estabilidade da viga em situação de montagem.

141

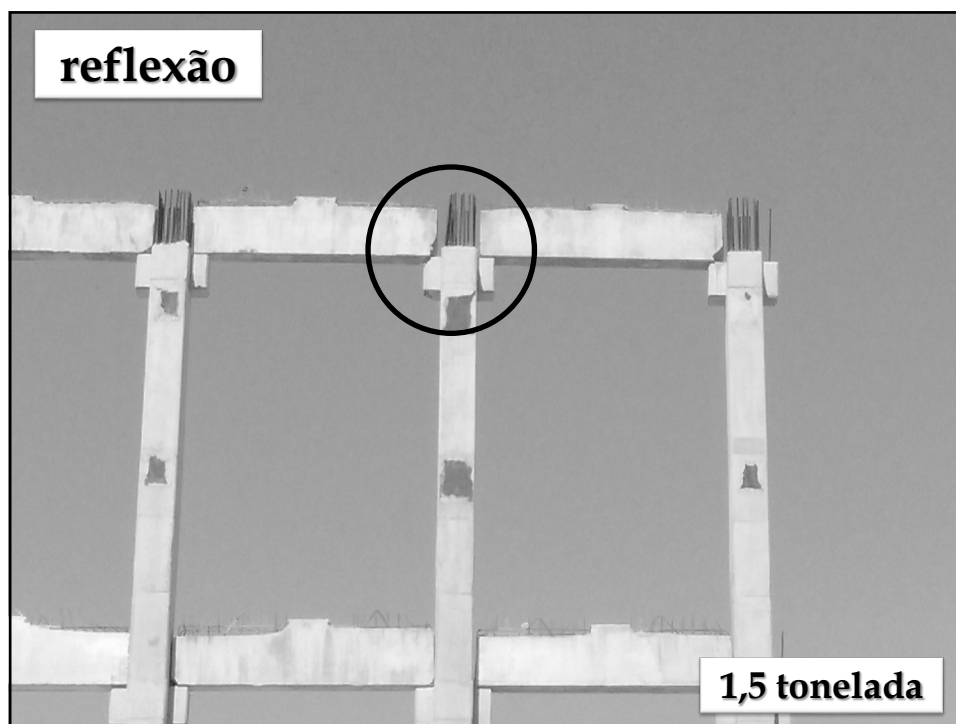


142

Considerações finais?

**TODA ESTRUTURA
FOI DEMOLIDA!**

143



144



145



146



147

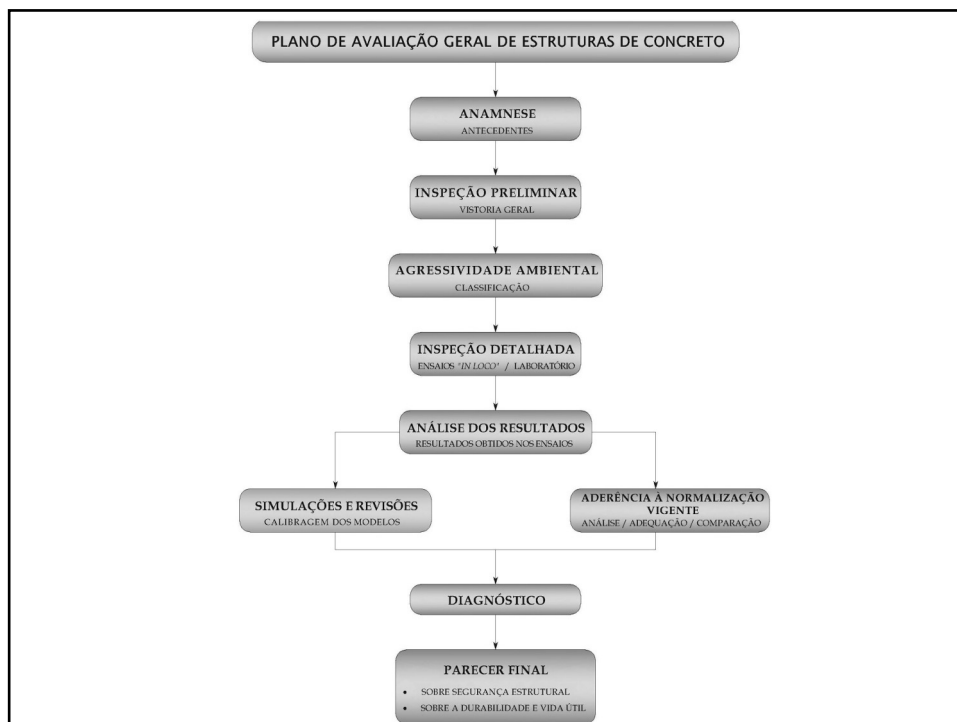
Ficha técnica

- **expansão de Shopping no interior de SP;**
- **dois pavimentos – térreo e primeiro andar, com laje de cobertura e telhado - Área de 8.200m² ;**
- **sistema estrutural: parte em concreto pré-fabricado e parte em concreto moldado *in loco*.**

148



149



150

Plano de inspeções e ensaios

- Inspeção visual da estrutura;
- Verificação geométrica dos elementos;
- Ensaio não destrutivo de esclerometria;
- Prospecção de armaduras (pacometria);
- Extração de testemunhos e ensaio de resistência à compressão do concreto;
- Prova de carga no sistema estrutural e impacto de corpo mole na alvenaria da cobertura;
- Carbonatação (durabilidade).

151

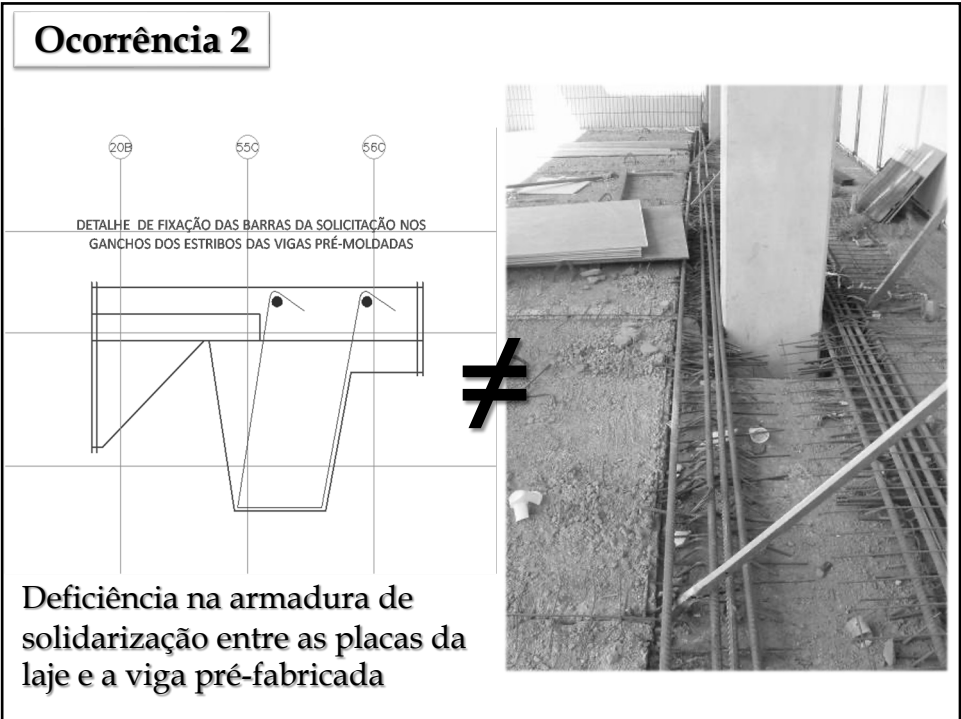
Plano de inspeções e ensaios

- **Inspeção visual da estrutura;**
- Verificação geométrica dos elementos;
- Ensaio não destrutivo de esclerometria;
- Prospecção de armaduras (pacometria);
- Extração de testemunhos e ensaio de resistência à compressão do concreto;
- Prova de carga no sistema estrutural e impacto de corpo mole na alvenaria da cobertura;
- Carbonatação (durabilidade).

152



153



154

Ocorrência 3



Ausência de engastamento de alvenaria de fachada, na cobertura

155

Ocorrência 3



Ausência de engastamento de alvenaria de fachada, na cobertura

156

Plano de inspeções e ensaios

- Inspeção visual da estrutura;
- **Verificação geométrica dos elementos;**
- Ensaios não destrutivos de esclerometria;
- Prospecção de armaduras (pacometria);
- Extração de testemunhos e ensaio de resistência à compressão do concreto;
- Prova de carga no sistema estrutural e impacto de corpo mole na alvenaria da cobertura;
- Carbonatação (durabilidade).

157

Verificação geométrica - Colunas

Item	Coluna	Altura total considerada (visível) (m)	Leituras da verticalidade (mm)			Deslocamentos (desaprumo) em (mm)
			base (mm)	meio (mm)	topo (mm)	
1	C 42	6,92	0,00	0,00	0,13	0,13
2	C 48	6,90	0,00	0,00	0,17	0,17
3	C 74	6,00	0,00	0,00	0,09	0,09
4	C 84	6,00	0,00	0,00	0,09	0,09
5	C 49	12,00	0,00	0,00	0,06	0,06
6	C 108	6,15	0,00	0,00	0,00	0,00
7	C 33A	13,20	0,00	0,00	0,00	0,00
8	C 56	12,00	0,00	0,00	0,17	0,17
9	C 31	10,00	0,00	0,00	0,29	0,29
10	C 21	12,92	0,00	0,00	0,00	0,00
11	C 102	9,00	0,00	0,00	0,09	0,09
12	C 19	10,50	0,00	0,00	0,00	0,00
13	C 41	6,92	0,00	0,00	0,07	0,07
14	C 27	10,00	0,00	0,00	0,15	0,15
15	C 77	6,00	0,00	0,00	0,17	0,17
16	C 96	6,92	0,00	0,00	0,01	0,01

14% das colunas de concreto pré-fabricado e 100% dos pilares moldados *in loco* foram verificadas geométrica e detalhadamente

Tolerância dimensional da ABNT NBR 9062:2006 = +/- 5mm



158

Verificação geométrica - Pilares

Item	Coluna	Altura total considerada (visível) (m)	Leituras da verticalidade (mm)			Deslocamentos (desaprumo) em (mm)	Deslocamentos admissíveis em (mm)
			base (mm)	meio (mm)	topo (mm)		
1	P 01	10,99	0,00	2,65	22,48	22,48	26,52
2	P 02	12,85	0,00	5,96	17,58	17,57	28,68
3	P 03	10,36	0,00	1,98	6,63	6,63	25,75
4	P 04	11,5	0,00	1,61	3,57	3,57	27,13

Tolerância dimensional da ABNT NBR 14931:2004

$$< 8\sqrt{H_{tot}}$$



159

Plano de inspeções e ensaios

- Inspeção visual da estrutura;
- Verificação geométrica dos elementos;
- **Ensaio não destrutivo de esclerometria;**
- Prospeção de armaduras (pacometria);
- Extração de testemunhos e ensaio de resistência à compressão do concreto;
- Prova de carga no sistema estrutural e impacto de corpo mole na alvenaria da cobertura;
- Carbonatação (durabilidade).

160

Plano de inspeções e ensaios

- Inspeção visual da estrutura;
- Verificação geométrica dos elementos;
- Ensaio não destrutivo de esclerometria;
- **Prospecção de armaduras (pacometria);**
- Extração de testemunhos e ensaio de resistência à compressão do concreto;
- Prova de carga no sistema estrutural e impacto de corpo mole na alvenaria da cobertura;
- Carbonatação (durabilidade).

161

Pacometria



14% das colunas de concreto pré-fabricado e 100% dos pilares moldados *in loco* foram verificadas por prospecção de armadura.

162

Pacometria - Colunas

Item	Coluna	Especificação de projeto	Dados Obtidos na Pacometria		"Status"
			Quantidade de barras (un.)	Diâmetro das barras (mm)	
1	C 42	20 ø 20 mm	20	20	conforme
2	C 48	20 ø 20 mm	20	20	conforme
3	C 74	16 ø 20 mm	16	20	conforme
4	C 84	16 ø 20 mm	16	20	conforme
5	C 49	20 ø 20 mm	11 lidas*	20	conforme
6	C 108	8 ø 20 mm + 8 ø 16 mm	16	8 ø 20 mm + 8 ø 16 mm	conforme
7	C 52	16 ø 16 mm	16	16	conforme
8	C 56	16 ø 16 mm	11 lidas*	16	conforme
9	C 31	20 ø 20 mm	16	20	conforme
10	C 57	20 ø 20 mm	09 lidas*	20	conforme
11	C 21	20 ø 20 mm	09 lidas*	20	conforme
12	C 102	20 ø 20 mm	12 lidas*	20	conforme
13	C 19	20 ø 20 mm	16	20	conforme
14	C 41	20 ø 20 mm	16	20	conforme
15	C 27	20 ø 20 mm	16	20	conforme
16	C 77	20 ø 20 mm	16	20	conforme



163

Pacometria - Pilares

Item	Coluna	Especificação de projeto	Dados Obtidos na Pacometria		"Status"
			Quantidade de barras (un.)	Diâmetro das barras (mm)	
1	P 01	20 ø 25 mm	20	25	conforme
2	P 02	20 ø 25 mm	20	25	conforme
3	P 03	20 ø 25 mm	20	25	conforme
4	P 04	20 ø 25 mm	20	25	conforme



164

Pacometria - Colunas

Item	Coluna	Espessura de cobrimento (mm)
1	C 42	33
2	C 48	36
3	C 74	37
4	C 84	36
5	C 49	24
6	C 108	34
7	C 52	27
8	C 56	33
9	C 31	38
10	C 57	38
11	C 21	33
12	C 102	32
13	C 19	35
14	C 41	40
15	C 27	30
16	C 77	30

**Especificado no
projeto estrutural
= 30mm**

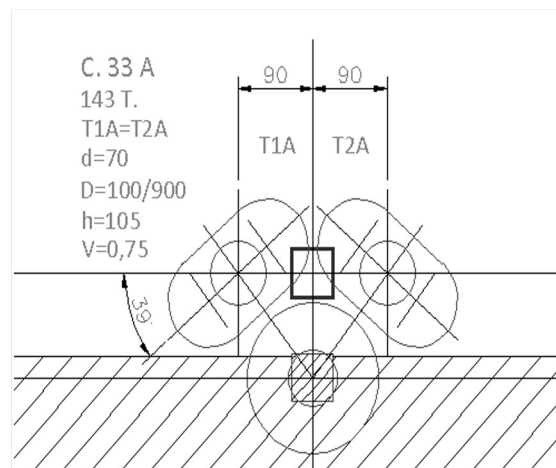


**Projetista: resultados
dentro da tolerância
da norma**

165

Extração de testemunhos verticais - Tubulões

Realizou-se duas extrações verticais no bloco de fundação da coluna C33A até o tubulão T1A



166

Extração de testemunhos verticais - Tubulões

Profundidade = 5,9m



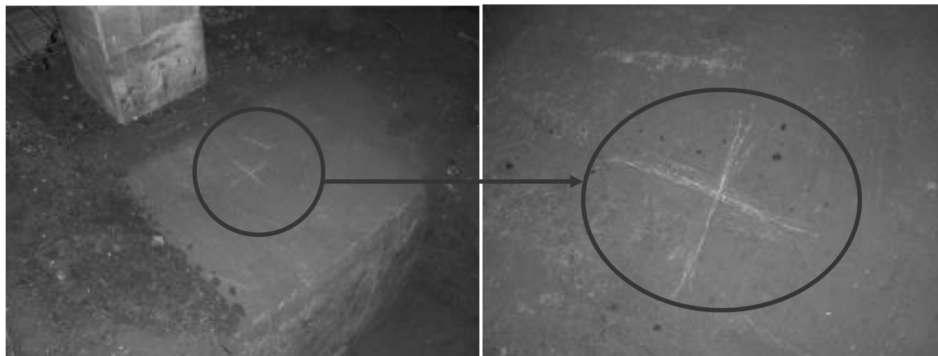
Fundação da coluna C33A



167

Extração de testemunhos verticais - Tubulões

Realizou-se duas extrações verticais bloco de fundação da
coluna C96 até o tubulão T29



168

Extração de testemunhos verticais - Tubulões



Fundação da coluna C96

Profundidade = 6,9m



169

Resultados dos ensaios de resistência - Tubulões

Elemento	Resistência à compressão (MPa)
C96 (base)	34,6
C96 (base)	39,2
C96 (intermediário)	35,3
C96 (intermediário)	38,7
C96 (topo)	43,7
C96 (topo)	38,2

f_{ck} 20MPa



170

Extração de testemunhos

Foram extraídos testemunhos em 100% dos pilares moldados *in loco*, em 6% vigas moldadas *in loco* e em 11% das colunas pré-fabricadas, de acordo com os índices esclerométricos obtidos;



171

Extração de testemunhos



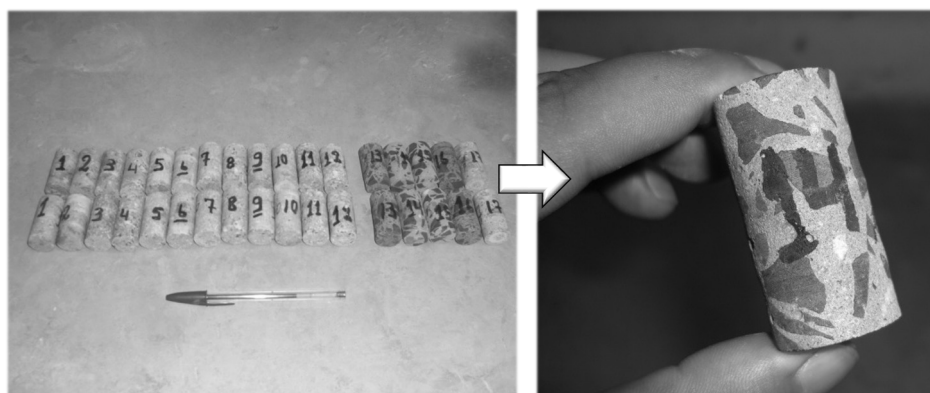
172

Extração de testemunhos



173

Extração de testemunhos



VIEIRA FILHO, José O. "Avaliação da resistência à compressão do concreto através de testemunhos extraídos: contribuição à estimativa do coeficiente de correção devido aos efeitos do broqueamento". 2007.

174

Resultados dos ensaios de resistência - Colunas (pré-fabricadas)

Item	Coluna	Resistência à compressão (MPa)
1	C 42	31,3
2	C 48	41,3
3	C 74	34,8
4	C 84	30,9
5	C 49	34,2
6	C 108	44,7
7	C 52	34,9
8	C 56	32,6
9	C 31	46,7
10	C 57	39,4
11	C 21	44,0
12	C 102	36,0
13	C 20	41,5

f_{ck} 30MPa



175

Resultados dos ensaios de resistência - Pilares (moldado *in loco*)

Item	Coluna	Resistência à compressão (MPa)
1	P 01	23,0
2	P 02	29,7
3	P 03	32,2
4	P 04	32,1



f_{ck} 30MPa

Projetista: reforço estrutural do Pilar P1, por confinamento, com o uso de fibra de carbono

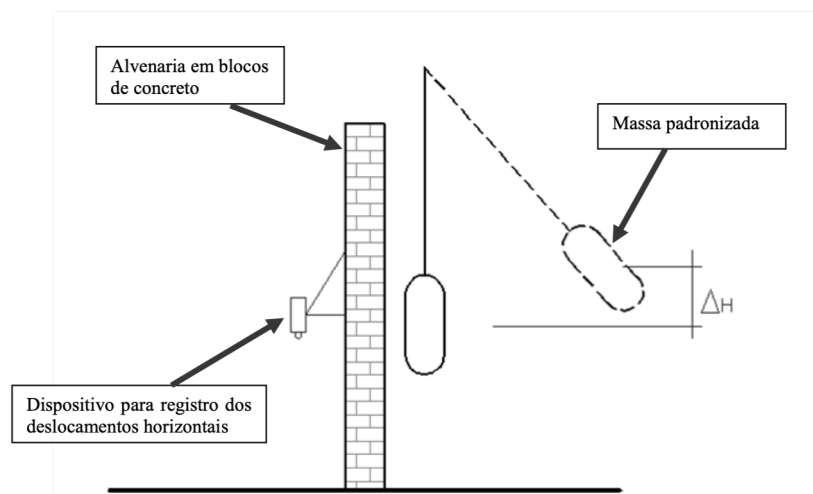
176

Plano de inspeções e ensaios

- Inspeção visual da estrutura;
- Verificação geométrica dos elementos;
- Ensaio não destrutivo de esclerometria;
- Prospecção de armaduras (pacometria);
- Extração de testemunhos e ensaio de resistência à compressão do concreto;
- Impacto de corpo mole na alvenaria da cobertura e prova de carga no sistema estrutural ;
- Carbonatação (durabilidade).

177

Ensaio de impacto de corpo mole



ABNT NBR 15575-2:2008*

178

Ensaio de impacto de corpo mole - dispositivos



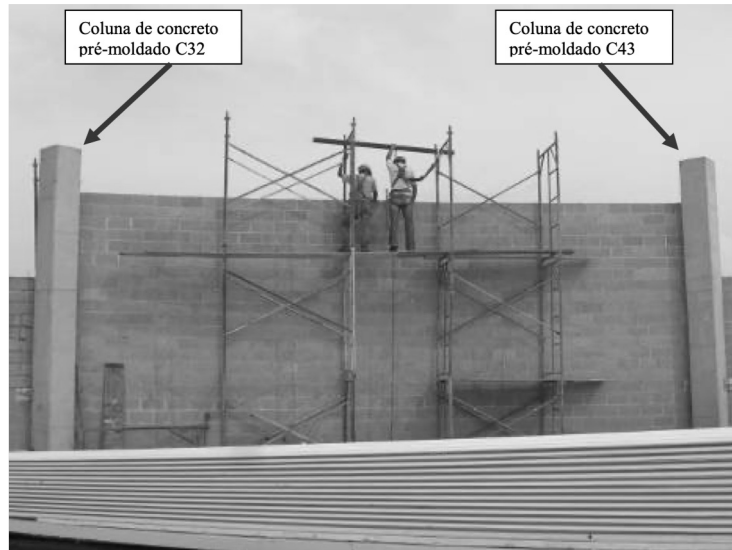
Massa padronizada e dispositivo de registro dos deslocamentos horizontais

179



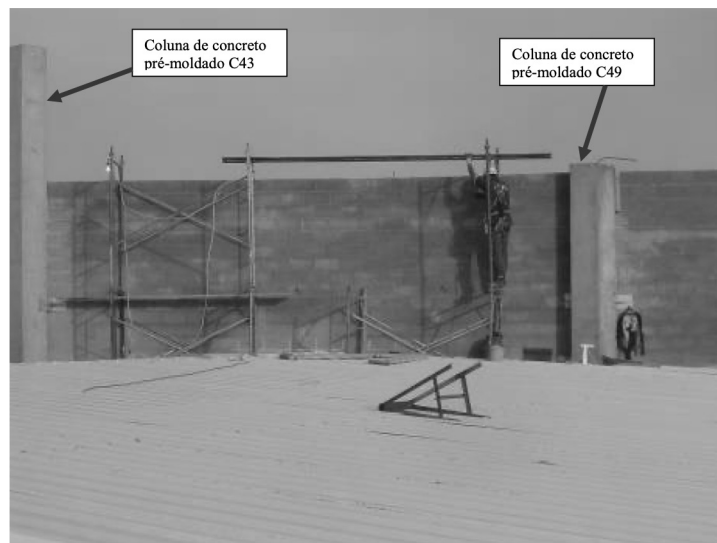
180

Ensaio de impacto de corpo mole



181

Ensaio de impacto de corpo mole



182

Ensaio de impacto de corpo mole - execução



183

Ensaio de impacto de corpo mole - critérios

Elemento avaliado	Local de impacto	Energia de impacto de corpo mole	Critério de desempenho
Vedação vertical sem função estrutural	Impacto externo (acesso externo do público; normalmente andar térreo)	720	- Não ocorrência de ruptura
		480	- Não ocorrência de ruptura
		360	- Não ocorrência de falhas
		240	- Não ocorrência de falhas; - Deslocamentos horizontais $dh \leq h/125$ e $dhr \leq h/625$
		180	- Não ocorrência de falhas
	120	- Não ocorrência de falhas	
	Impacto interno (todos os pavimentos)	360	- Não ocorrência de ruptura
		180	- Não ocorrência de ruptura
		120	- Não ocorrência de falhas; - Deslocamentos horizontais $dh \leq h/125$ e $dhr \leq h/625$

Situação mais desfavorável da norma

184

Ensaio de impacto de corpo mole - limites máximos dos deslocamentos permitidos

Ensaio	Alvenaria	Tipo de vedação	Dimensões do pano (c x h) (m)	Deslocamentos horizontais máximos permitidos (mm)	Deslocamentos horizontais residuais máximos permitidos (mm)
1	Entre as colunas C32 e C43	Alvenaria de vedação, sem função estrutural	10,85 x 5,10	$(5100/125) = 40,8$	$(5100/625) = 8,16$
2	Entre as colunas C43 e C49	Alvenaria de vedação, sem função estrutural	8,30 x 3,80	$(3800/125) = 30,4$	$(3800/625) = 6,08$

185

Ensaio de impacto de corpo mole - resultados

Alvenaria da cobertura entre as colunas C32 e C43		
Etapa n°	Impacto produzido (J)	Ocorrências
1	120	- Inexistência de falhas em ambas as faces. - dh = 5,0 mm dhr <1,0 mm - Verificação do prumo no lado interno não indicou alterações
2	180	- Inexistência de falhas em ambas as faces - Verificação do prumo no lado interno não indicou alterações
3	240	- Inexistência de falhas em ambas as faces - dh = 6,0 mm dhr <1,0 mm - Verificação do prumo no lado interno não indicou alterações
4	360	- Evolução do comprimento da fissura vertical na região central do pano na camada de argamassa de regularização
5	480	- Evolução do comprimento da fissura vertical na região central do pano na camada de argamassa de regularização - Inexistência de ruptura
6	720	- Inexistência de ruptura



186

Ensaio de impacto de corpo mole - resultados

Alvenaria da cobertura entre as colunas C43 e C49			
Etapa nº	Impacto produzido (J)	Ponto A	Ponto B
		Ocorrências	
1	120	- Inexistência de falhas em ambas as faces. - dh = 3,0 mm dhr <1,0 mm	- Inexistência de falhas em ambas as faces.
2	180	- Inexistência de falhas em ambas as faces	- Inexistência de falhas em ambas as faces.
3	240	- Inexistência de falhas em ambas as faces - dh = 4,0 mm dhr <1,0 mm	- Inexistência de falhas em ambas as faces.
4	360	- Inexistência de falhas em ambas as faces.	- Inexistência de falhas em ambas as faces.
5	480	- Inexistência de ruptura e falhas	- Inexistência de ruptura e falhas.
6	720	- Não efetuado	- Inexistência de ruptura e falhas.



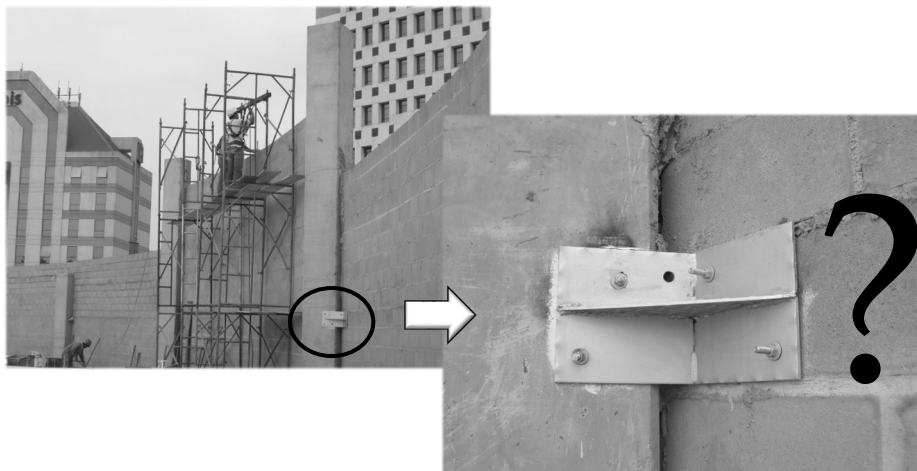
187

Ensaio de impacto de corpo mole



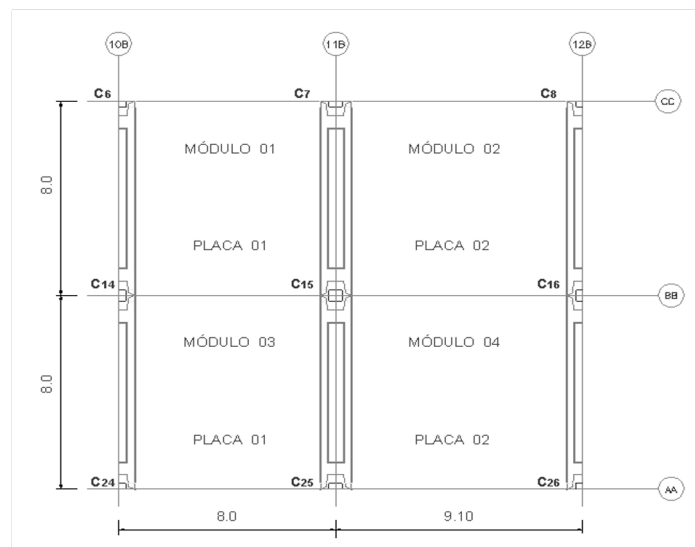
188

Ensaio de impacto de corpo mole



189

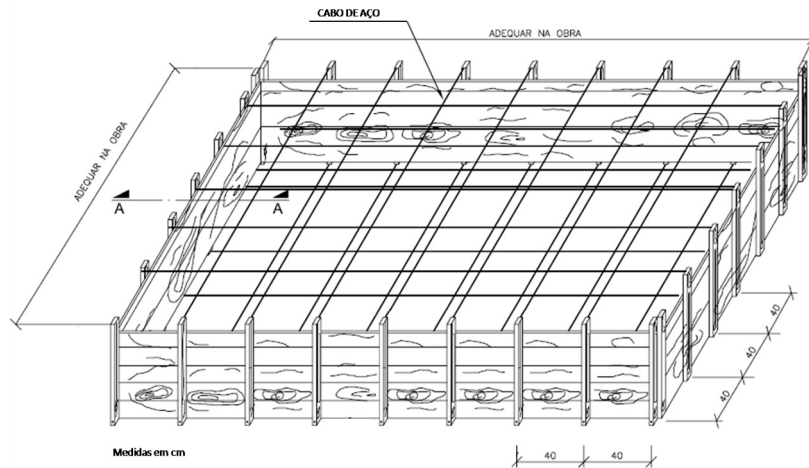
Prova de carga: pré-fabricados



ABNT NBR 9607:1986*

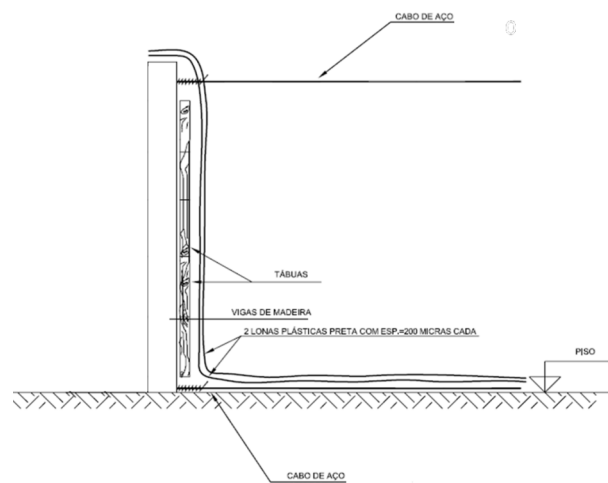
190

Prova de carga: caixa de contenção



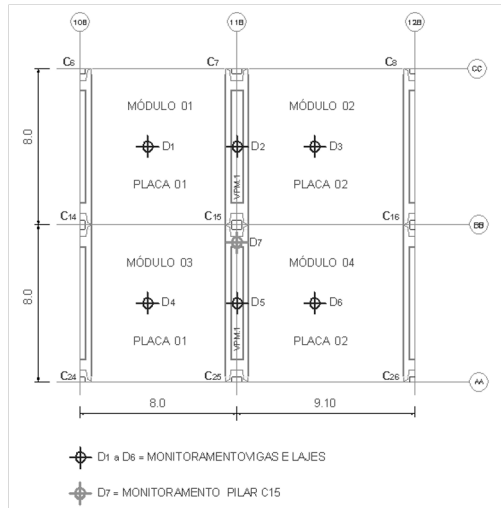
191

Prova de carga: caixa de contenção



192

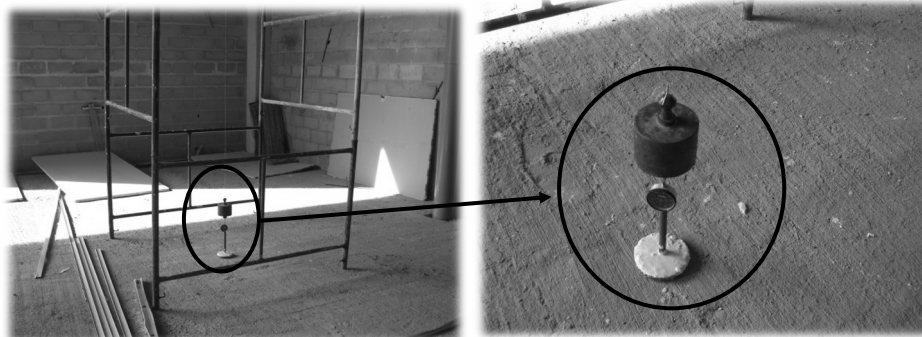
Prova de carga



Controle

193

Prova de carga: controle



194

Prova de carga: real



195

Prova de carga: "sobrecarga"



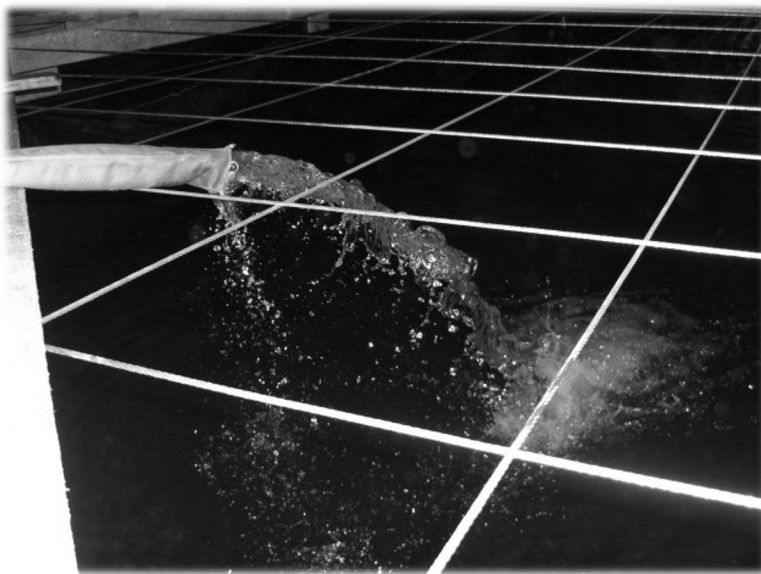
196

Prova de carga: simulação



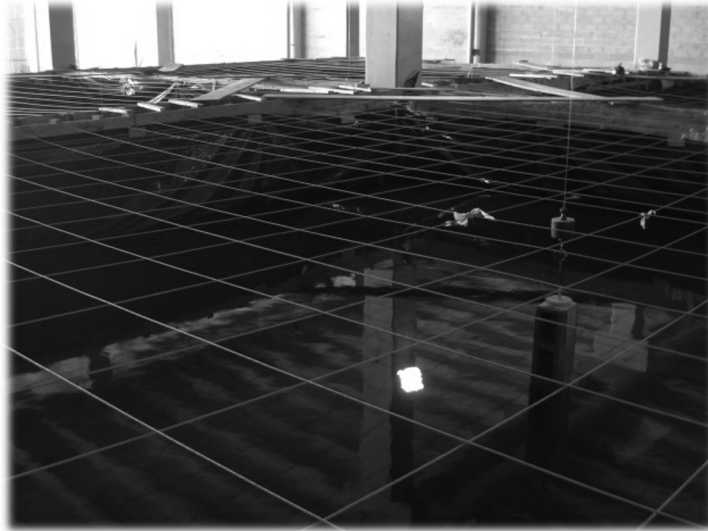
197

Prova de carga: simulação



198

Prova de carga: carga mantida



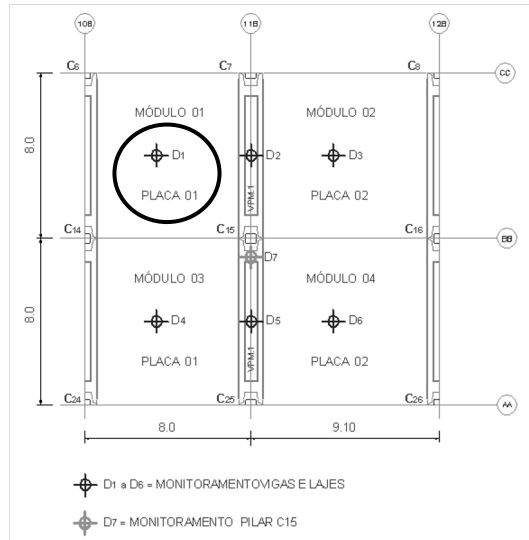
199

Prova de carga: monitoração em tempo real



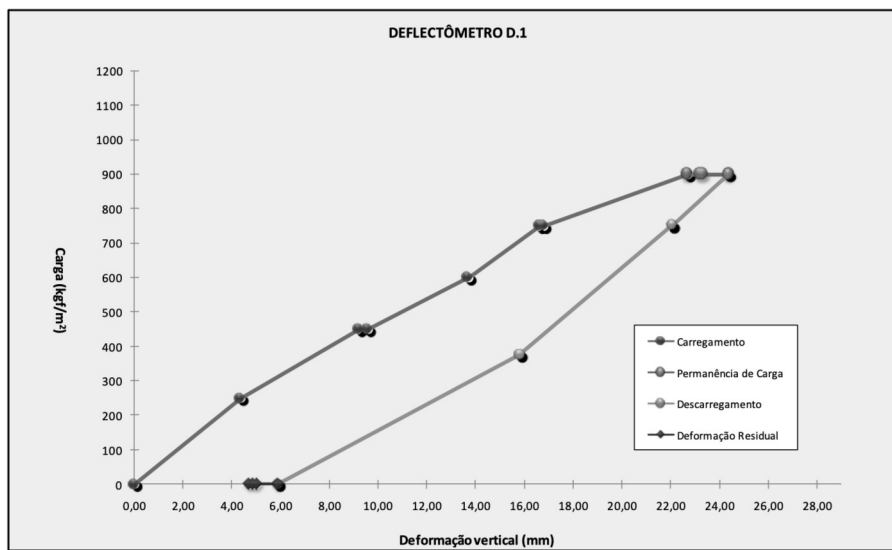
200

Prova de carga: aferição



201

Prova de carga: comportamento



202

Prova de carga: considerações

Limites da NBR 6118:2003, item 13.3 e tabela 13.2.

Deslocamento máximo instantâneo, inicial ou imediato (<i>ocorrido após a construção do piso</i>)	Deslocamento máximo diferido ou total a 50anos (<i>total</i>)	Observações
L/600	L/350	Efeitos estruturais em serviço. Pavimentos que devem permanecer planos.

Limites da NBR 9062:2006, item 5.4.3.4.2, tabela 4.

Máxima instantânea, inicial ou imediata (<i>flecha inicial positiva</i>)	Máxima diferida ou total a 50anos (<i>flecha diferida no tempo</i>)	Observações
L/500	L/250	Limites para deslocamentos verticais de elementos de piso ou lineares

203

Prova de carga: resultados

Módulo estrutural	Deslocamento máximo (mm)	Deslocamento residual (mm)	Observações	Flecha atual (mm)
módulo 01 (centro da laje)	24,3	4,7	sem fissuras	zero
módulo 02 (centro da laje)	26,2	5,2	sem fissuras	zero
módulo 03 (centro da laje)	23,4 até 900kgf e 35,3 até 1200kgf	5,9	sem fissuras	10
módulo 04 (centro da laje)	26,6	7,9	sem fissuras	zero
viga 01 (centro do vão)	5,8	0,3	sem fissuras	zero
viga 02 (centro do vão)	5,7	1,3	sem fissuras	zero
apoio central pilar	0,8	3,0	sem fissuras	zero

Obs.: 1. módulo 03 foi carregado até 1.200kgf/m^2 , enquanto os demais até 900kgf/m^2 ;
2. leitura de deslocamentos máximos após 12h de permanência das cargas máximas;
3. leitura de deslocamentos residuais após 12h de descarga total.

204

Prova de carga: conformidade

Resumo deste estudo.

Módulo	Deslocamento máximo (mm)	Deslocamento residual (mm)	NBR 6118:2003 L/350	NBR 9062:2006 L/250	Observações
módulo 01	24,3	4,7	22,9	32,0	conforme
módulo 02	26,2	5,2	25,7	36,0	conforme
módulo 03	23,4 35,3	5,9	22,9	32,0	conforme não conforme
módulo 04	26,6	7,9	25,7	36,0	conforme
viga 01	5,9	0,3	22,9	32,0	conforme
viga 02	5,7	1,3	22,9	32,0	conforme



205

Plano de inspeções e ensaios

- Inspeção visual da estrutura;
- Verificação geométrica dos elementos;
- Ensaios não destrutivos de esclerometria;
- Prospeção de armaduras (pacometria);
- Extração de testemunhos e ensaio de resistência à compressão do concreto;
- Prova de carga no sistema estrutural e impacto de corpo mole na alvenaria da cobertura;
- **Carbonatação (durabilidade).**

206

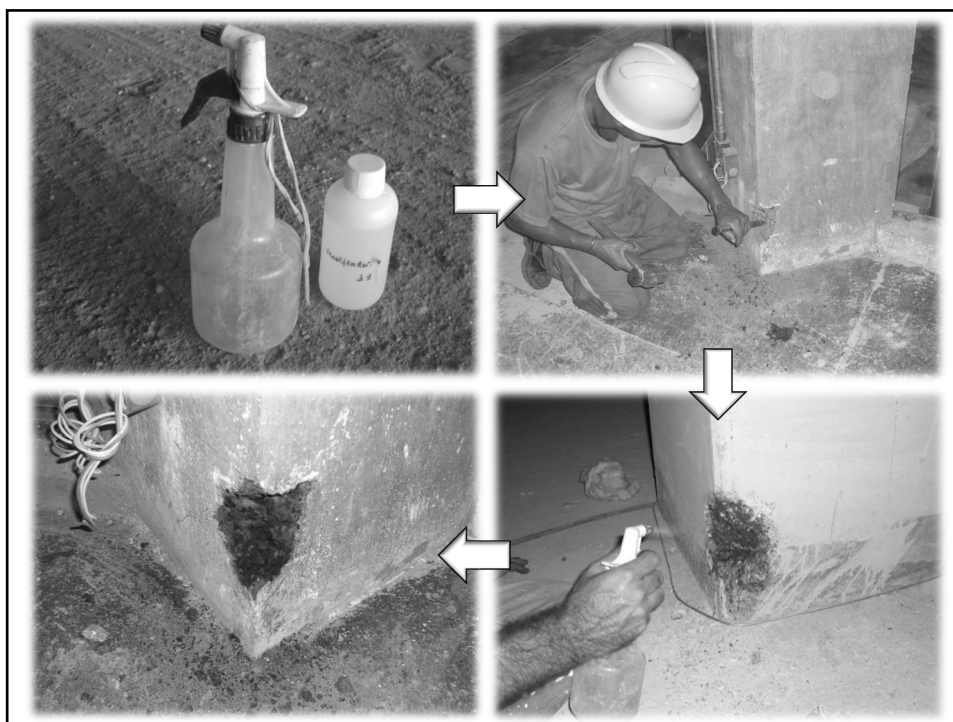
Carbonatação (durabilidade)

Foi avaliada a profundidade de carbonatação em 4 (quatro) elementos de concreto moldado *in loco*.

A partir destes resultados foi calculada uma previsão de vida útil.

Destaca-se que essa previsão de vida útil corresponde a um modelo simplificado com base apenas na deterioração do elemento de concreto armado pela despassivação da armadura, devido à perda da alcalinidade por efeito do fenômeno da carbonatação.

207



208

Vida útil (modelo simplificado)

$$X_{CO_2} = k_{CO_2} \cdot \sqrt{t}$$

Sendo:

X_{CO_2} : profundidade de carbonatação (frente de carbonatação do concreto) em *mm*

k_{CO_2} : constante de carbonatação em *mm/ano*^{1/2}

t : tempo em *anos*

209

Vida útil (previsão)

Elemento	Idade média dos elementos (anos)	Profundidade de carbonatação medida em obra (X) em <i>mm</i>		Constante de carbonatação média obtida (k_{CO_2}) em <i>mm/ano</i> ^{1/2}	Espessura de cobrimento de projeto (mm)	Vida útil prevista (anos)
		Ponto A	Ponto B			
P1	0,5	1,5	2,0	3,0	30	100
P2		0,0	0,0			
P3		3,0	2,0			
P4		0,0	0,0			

Obs.: na previsão de vida útil os valores "zero" de profundidade de carbonatação não foram considerados porque dariam vida útil infinita o que não é lógico nem razoável.

210

Considerações finais

A EDIFICAÇÃO FOI DESEMBARGADA!

211



212



213

Patologia das Estruturas de Concreto
Mitos & Verdades

Adendo

Dr. Carlos Brites
Diretor PhD Engenharia
Prof. Assistente do PECE-USP
Secretário da ABNT NBR 12655:2015

idd

23 de maio de 2017

São Paulo/SP

214



224

Anais do 56º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2014
Outubro / 2014

© 2014 - IBRACON - ISSN 2175-8182

Recomendações para a concepção de pilares inclinados em concreto aparente. Caso MIS-RJ.
Recommendations to cast inclined columns of exposed concrete. MIS-RJ Case.

Carlos Brites (1), Jéssika Pacheco (2), Suely Bueno (3), Paulo Helene (4)

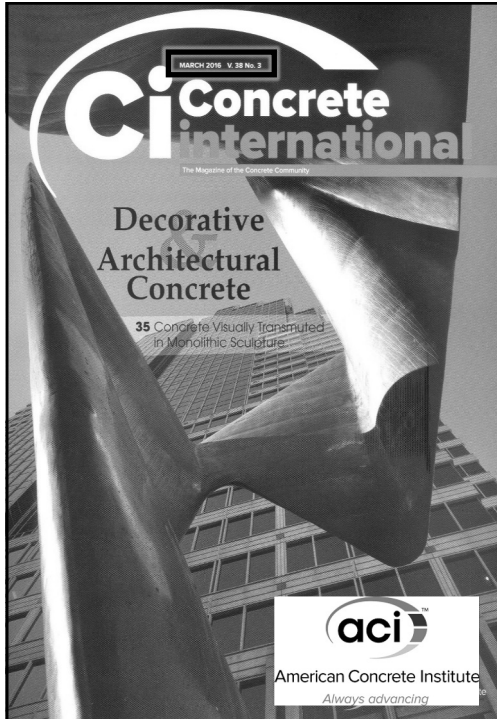
(1) Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, PhD Engenharia, carlos.brites@concretophd.com.br
(2) PhD Engenharia, jessika.pacheco@concretophd.com.br
(3) Escritório Técnico Julio Kassoy e Mario Franco Eng. Civil Ltda. (JKMF), suelybueno@jmf.com.br
(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
Com o intuito de tornar a nova sede do Museu da Imagem e do Som (MIS) um ícone arquitetônico de projeção mundial para a cidade do Rio de Janeiro, o 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), propôs um museu futurista na forma de boulevard vertical com inclinações variadas. Este artigo apresenta os desafios e engenhosidades envolvidos na concepção dos pilares inclinados desta superestrutura de concreto aparente e de alta resistência. Os resultados demonstram 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 o requerido para esse tipo de projeto.
Palavras-Chave: pilares inclinados, concretagens especiais, concreto aparente, concreto em orla marítima

Abstract
Aiming at turning the new building for the Museu da Imagem e do Som (MIS) into an international architectural landmark for Rio de Janeiro city, the american architectural bureau Diller Scofidio + Renfro, winner of the international competition provided by Secretaria de Estado e Cultura do Rio de Janeiro, together with Fundação Roberto Marinho (FRM), proposed a futurist museum as a vertical boulevard with varying inclinations. This paper presents the challenges and the involved in designing inclined columns of this superstructure of exposed concrete and high strength. The results show that the concrete proportions and pouring method adopted were decisive to obtain structural elements with integrity and aesthetics required for this type of project.
Keywords: inclined columns, special concrete casting, exposed concrete, concrete at seashore.

ANAI DO 56º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO - CBC2014 – 56CBC 1

225



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 Britz, Jessica Pasheco, Suelly 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 promoted 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 + Renfro won the contest and the design was developed in Brazil by the renowned firm João da Costa Arquitetura, Urbanismo, Design e Transporte (João 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 Fao Verde. Also, the construction works are being managed by Engineering 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 30 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.

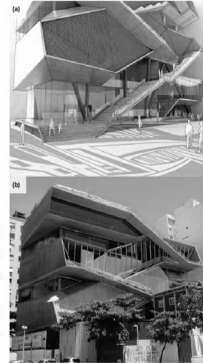


Fig. 1. The future MIS-RJ headquarters: (a) an architectural rendering and (b) a work in progress, in December 2015 (image courtesy of Diller Scofidio + Renfro)

www.concreteinternational.com | CI | MARCH 2016 43

226

Protótipos

227



228



229



230



231



protótipos escala real

232



obra: realidade

233



234



235

Mas...

236

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)

237

ABNT NBR 14931:2004 (norma)

item 9.5:

*“o concreto deve ser lançado com técnica que elimine ou reduza significativamente a segregação entre seus componentes, observando-se maiores cuidados quanto maiores forem a altura de lançamento e a densidade de armadura. Estes cuidados devem ser majorados quando a altura de queda livre do concreto ultrapassar **2m**, no caso de peças estreitas e altas, de modo a evitar a segregação e falta de argamassa (...). Entre os cuidados que podem ser tomados, no todo ou em parte, recomenda-se o seguinte:*

- emprego de concreto com teor de argamassa e consistência adequados, a exemplo de concreto com características para bombeamento;*
- lançamento inicial de argamassa com composição igual à da argamassa do concreto estrutural;*
- uso de dispositivos que conduzam o concreto, minimizando a segregação (funis, calhas e trombas, por exemplo)”*

238



239



240



241



242

O que fazer?

243

Demolição?

244

Inspeções e Ensaios

- ✓ Esclerometria?
- ✓ Ultrassom?
- ✓ Extração de testemunhos?
- ✓ Prova de carga?
- ✓ Ferrosan?
- ✓ Radiografia?
- ✓ Perfuração?
- ✓ Georadar?
- ✓ Termografia de infravermelho?
- ✓ Outros?



245

Inspeções e Ensaios

- ✓ Esclerometria?
- ✓ Ultrassom?
- ✓ Extração de testemunho?
- ✓ Prova de carga?
- ✓ Ferrosan?
- ✓ Radiografia?
- ✓ Termografia de infravermelho?
- ✓ Perfuração
- ✓ Georadar
- ✓ Outros?



246

Inspeções por perfuração



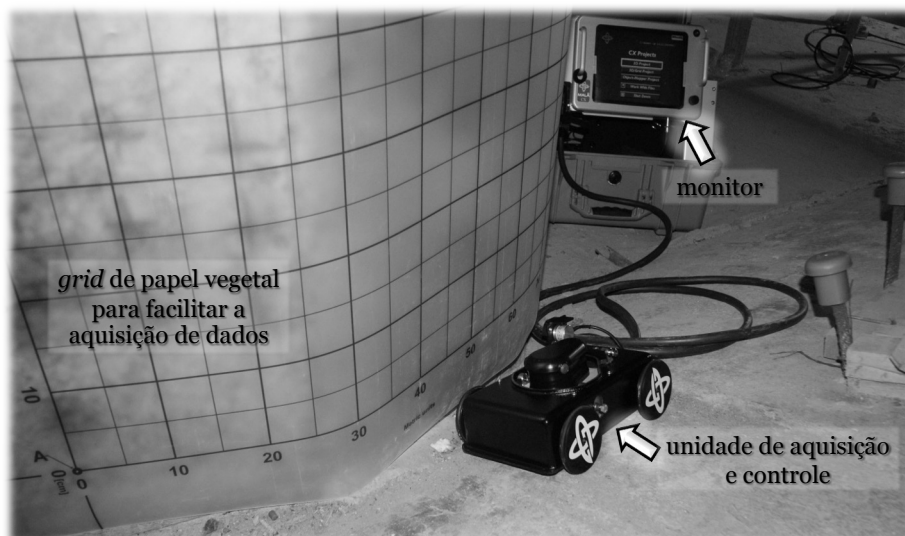
247

Inspeções por perfuração



248

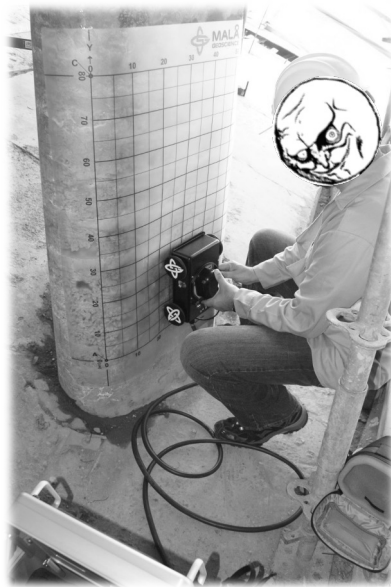
Inspeções por Georadar



249

Inspeções por Georadar

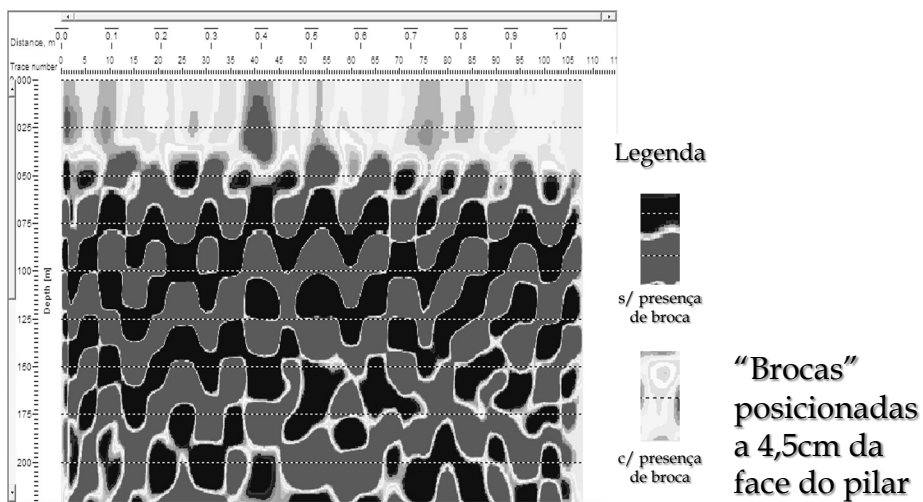
Aquisição dos dados



250

Inspeções por Georadar

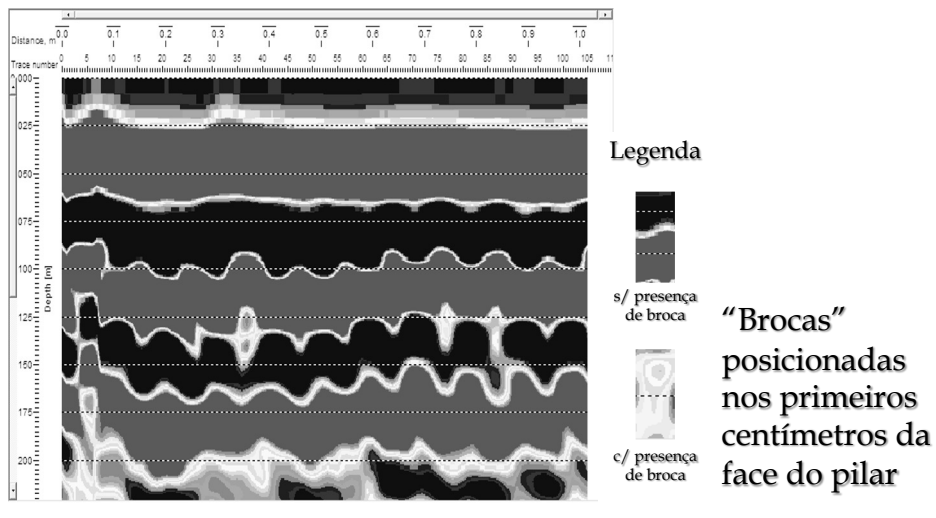
Resultados - face frontal



251

Inspeções por Georadar

Resultados - face posterior



252

Conclusões



Evidências de que o problema se encontra apenas na superfície do elemento estrutural

253

Recomendações

Tamponamento manual dos furos profundos e injeção de calda de cimento no interior do elemento estrutural



254

Procedimento de injeção



255

Procedimento de injeção



256

Protótipos



257



258



259

Limitações



260

Limitações



261

Limitações



262

Limitações



263

Mensagem final

**Não existe
diagnóstico
sem inspeção e
ensaios**

264

OBRIGADO!



"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"

**www.concretophd.com.br
www.phd.eng.br**

11.2501.4822 / 23
11.95045.4940

265