Aprendendo com acidentes e colapsos

Paulo Helene

1

PhD Engenharia

"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"

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

2

...ser Engenheiro é muito bom.... mas tem seus riscos !

Ressalva: ***Esta apresentação é apenas para fins educacionais. As hipóteses, opiniões e pontos de vista expressos nesta apresentação representam a opinião do autor e não representam uma posição oficial ou legal do poder público, do IBRACON, da PhD Engenharia, da USP, da ALCONPAT, da UNIFAP, ou de qualquer uma das partes envolvidas nestes acidentes e colapsos. Também esta apresentação não é um aconselhamento jurídico e nem um laudo ou parecer técnico judicial.***

3

Shopping Center

Ribeirão Preto/SP
28 de agosto de 2008
tarde de quinta-feira

4

globo.com notícias esportes entretenimento vídeos

buscar no g1 ok

G1

/ são paulo / **acidente de trabalho**

29/08/08 - 06h44 - Atualizado em 29/08/08 - 07h47

Operário morre em desabamento de obras de shopping

Vítima foi atingida por laje, que despencou.
Quatro pessoas ficaram feridas na obra, em Ribeirão Preto.

Do G1, com informações do Bom Dia São Paulo

Tamanho da letra A- A+

editorias

- Primeira Página
- Blogs e Colunas
- Brasil
- Carros
- Ciência e Saúde
- Cinema
- Concursos e Emprego
- Economia e Negócios
- Esporte
- Mundo
- Música
- Planeta Bizarro
- Política
- Pop & Arte
- Rio de Janeiro
- São Paulo
- Tecnologia e Games
- VC no G1
- Vestibular e Educação
- Vídeos

Um operário morreu após o desabamento de uma obra em um shopping de Ribeirão Preto, a 313 km de São Paulo, no fim da tarde de quinta-feira (28).

Segundo os bombeiros, a laje que ficava presa em uma viga despencou e atingiu o trabalhador, que morreu na hora. Trinta homens trabalhavam no momento do acidente. Quatro ficaram levemente feridos.

Leia mais notícias de São Paulo

Links Patrocinados

5

6

7

8

Rodoanel Mário Covas (trecho sul)

Embu/SP
Acidente: 13/11/2009, sexta-feira às 21h10.
Investimento de R$ 5 bilhões

R$ 3,2 bilhões referentes às obras brutas e R$ 1,8 bilhão destinados às compensações ambientais, desapropriações, reassentamentos e interferências

9

/ são paulo / **desabamento no rodoanel**

13/11/09 - 21h47 - Atualizado em 14/11/09 - 02h22

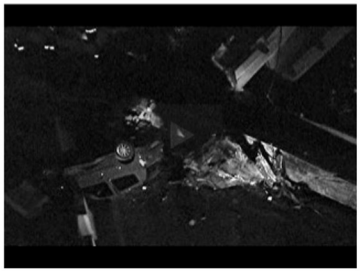
Vigas de construção de viaduto do Rodoanel caem sobre rodovia

Pista da Régis no sentido São Paulo foi interditada; há feridos.
Acidente ocorreu por volta das 21h10, segundo a polícia rodoviária.

Do G1, em São Paulo

Tamanho da letra A- A+

editorias
- Primeira Página
- Blogs e Colunas
- Brasil
- Carros
- Ciência e Saúde
- Cinema
- Concursos e Emprego
- Economia e Negócios
- Esporte
- Mundo
- Música
- Planeta Bizarro
- Política
- Pop & Arte
- Rio de Janeiro
- São Paulo
- Tecnologia e Games
- VC no G1



Três vigas de sustentação de um viaduto em construção do Trecho Sul do Rodoanel Mário Covas desabaram, por volta das 21h10 desta sexta-feira (13), e atingiram um caminhão e dois carros que passavam pela Rodovia Régis Bittencourt. De acordo com a Polícia Rodoviária Federal, o acidente ocorreu no km 279 da Régis, na região de Embu, na Grande São Paulo.

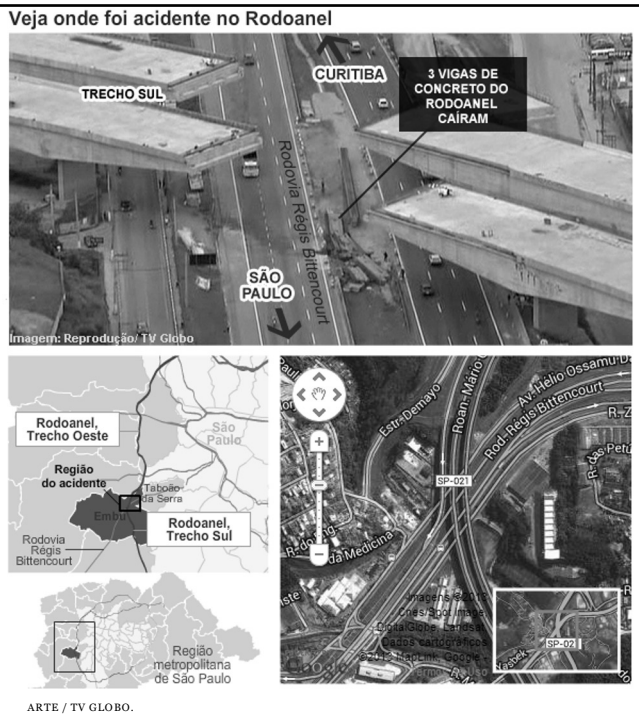
A Polícia Rodoviária Federal informou, por volta das 23h30, que havia pelo menos três feridos, nenhum deles em estado grave. A pista sentido São Paulo

http://g1.globo.com/Noticias/SaoPaulo/0,,MUL1378871-5605,00-VIGAS+DE+CONSTRUCAO+DE+VIADUTO+CAEM+SOBRE+PISTA+DO+RODOANEL.html

10

SAIBA COMO OCORREU O ACIDENTE NO RODOANEL
1
680 m
2
40 m
85 toneladas
3
20 m
O viaduto no trecho sul do Rodoanel tem 680 metros
Quatro vigas foram colocadas na última terça-feira. Elas têm 40 metros de comprimento e pesam 85 toneladas, cada uma
Por volta das 21h de sexta-feira (13), três vigas despencaram de uma altura de 20 metros
IMAGENS: ARTE/ TV GLOBO

11


Veja onde foi acidente no Rodoanel
TRECHO SUL
CURITIBA
3 VIGAS DE CONCRETO DO RODOANEL CAÍRAM
Rodovia Régis Bittencourt
SÃO PAULO
Imagem: Reprodução/ TV Globo
Rodoanel, Trecho Oeste
São Paulo
Região do acidente
Taboão da Serra
Embu
Rodoanel, Trecho Sul
Rodovia Régis Bittencourt
Região metropolitana de São Paulo
Estr. Demayo
Roam-Mário
Av. Hélio Ossamu
Rod. Régis Bittencourt
SP-021
SP-02
ARTE / TV GLOBO.

12

/ são paulo / **desabamento no rodoanel**

16/11/09 - 16h36 - Atualizado em 16/11/09 - 20h43

Acidente no Rodoanel pode ter ocorrido por falta de viga em viaduto, diz Crea-SP

Três vigas de concreto de viaduto caíram sobre a Régis Bittencourt. Três pessoas ficaram feridas no acidente que ocorreu na sexta (13).

Luísa Brito
Do G1, em São Paulo

Tamanho da letra A- A+

A falta de uma viga na construção do viaduto do Rodoanel pode ter provocado o acidente ocorrido na noite de sexta-feira (13) quando três vigas caíram sobre a Rodovia Régis Bittencourt, em Embu, na Grande São Paulo, deixando três pessoas feridas. Para o presidente do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de São Paulo (Crea-SP), José Tadeu da Silva, essa possibilidade mais provável para o problema.

O viaduto que estava sendo construído deveria ter recebido cinco vigas. Como uma quebrou quando estava sendo levada para o local, foram colocadas apenas quatro vigas na estrutura. De acordo com o engenheiro, as cinco peças deveriam ter sido postas no mesmo dia para que pudesse ser feita uma amarração entre elas, procedimento que impede o deslocamento das peças.

"Esse procedimento [colocar só quatro vigas] não é recomendado tecnicamente. O melhor era que deixasse as quatro vigas no chão e aguardasse vir a quinta para colocar todas, porque as cinco peças, todas elas têm funções estruturais", afirmou Silva. Segundo ele, quando não é feita essa amarração, vibrações podem causar o deslocamento das vigas. "O normal é que se coloque as cinco peças para haver o travamento [amarração da estrutura]", disse o engenheiro.

editorias

- Primeira Página
- Blogs e Colunas
- Brasil
- Carros
- Ciência e Saúde
- Cinema
- Concursos e Emprego
- Economia e Negócios
- Esporte
- Mundo
- Música
- Planeta Bizarro
- Política
- Pop & Arte
- Rio de Janeiro
- São Paulo
- Tecnologia e Games
- VC no G1
- Vestibular e Educação
- Vídeos
- Todas as notícias

G1 especiais

- Carnaval 2011
- Virada de Ano
- Mais especiais

http://g1.globo.com/Noticias/SaoPaulo/0,,MUL1380983-5605,00-ACIDENTE+NO+RODOANEL+PODE+TER+OCORRIDO+POR+FALTA+DE+VIGA+EM+VIADUTO+DIZ+CRE.html

Procedimento de montagem inadequado

O viaduto que estava sendo construído deveria ter recebido cinco vigas. Como uma quebrou quando estava sendo levada para o local, foram colocadas apenas quatro vigas na estrutura. De acordo com o engenheiro, as cinco peças deveriam ter sido postas no mesmo dia para que pudesse ser feita uma amarração entre elas, procedimento que impede o deslocamento das peças.

13

28/12/2009 - 18h21

Laudo aponta vigas mal travadas como causa de acidente no Rodoanel

da **Folha Online**

PUBLICIDADE

Recomendar 1 +1 0

O DER (Departamento de Estradas de Rodagem) divulgou nesta segunda-feira o laudo do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) sobre o acidente em um viaduto do trecho sul do Rodoanel, ocorrido no dia 13 de novembro último.

Veja a cobertura completa sobre o acidente
Após 1 mês, governo desconhece causas de acidente no Rodoanel

Segundo o IPT, as vigas da obra foram travadas de maneira inadequada e provocaram um deslizamento. O DER afirma que "o surgimento de uma força horizontal não contida pelo travamento adotado" teve como consequência "o deslizamento e tombamento das vigas, causando sua ruptura".

Rivaldo Gomes-16.nov.09/Folha Imagem

Viaduto do trecho sul do Rodoanel em Embu (SP), onde ocorreu acidente que feriu três pessoas; IPT conclui laudo e aponta causas

O laudo aponta três fatores para o deslizamento: falta de horizontalidade das superfícies das bases de apoio, insuficiência de atrito na interface das vigas com as bases de apoio e falta de travamento adequado das vigas.

Para a retomada da obra, o IPT recomenda adequações nos controles de nivelamento e assentamento das vigas sobre as bases de apoio. O processo deve garantir o atrito necessário para evitar deslizamentos, mas também foram recomendados sistemas de travamento provisórios das vigas.

http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u672081.shtml

14

15

16

Engenheiro(a) Civil

Responsabilidade
Conhecimento
Competência
Liderança
Visão
Ética

Engenheiro(a) Civil

Espírito de equipe

cumplicidade e solidariedade

17

18

Viaduto Batalha dos Guararapes

Pampulha/MG
Acidente: 03/07/2014,
tarde de quinta-feira.
Construtora: Consórcio Integração
"Construtora Cowan S.A. & Delta Construções S.A."
Investimento de R$ 460,5 milhões

19

http://g1.globo.com/minas-gerais/noticia/2014/07/parte-de-viaduto-desaba-na-avenida-pedro-i-em-belo-horizonte.html

MENU G1 MINAS GERAIS MINAS

03/07/2014 15h26 - Atualizado em 03/07/2014 16h09

Viaduto desaba na Avenida Pedro I, em Belo Horizonte

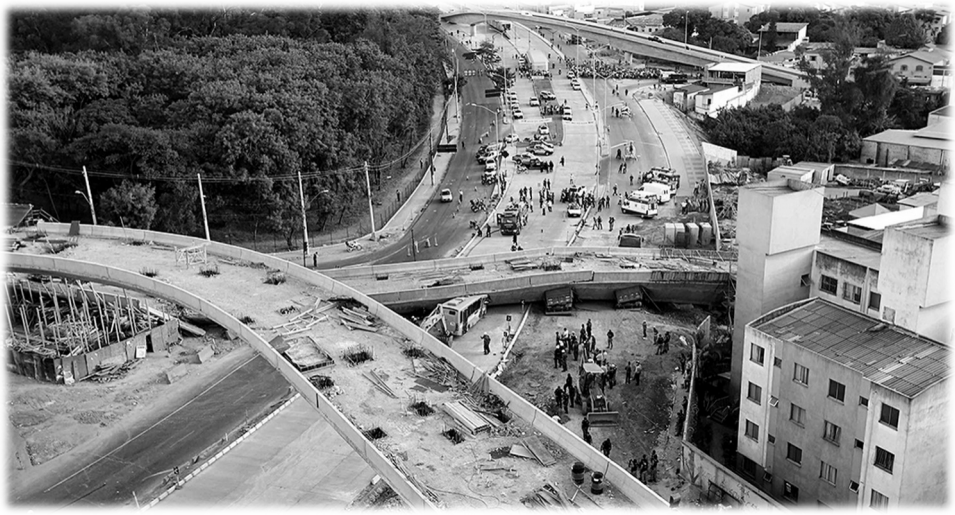
Dois caminhões, um carro e um micro-ônibus foram atingidos.
Corpo de Bombeiros diz que há um morto e dez feridos no local.

Do G1 MG

Tweetar 2.313 Recomendar 7 mil

Viaduto desaba em Belo Horizonte (Foto: Polícia Militar/Divulgação)

20



http://veja.abril.com.br/noticia/brasil/viaduto-desaba-em-belo-horizonte-uma-pessoa-morreu

21

http://g1.globo.com/minas-gerais/noticia/2014/07/falha-em-projeto-provocou-queda-de-viaduto-em-bh-diz-construtora.html

MENU G1 MINAS GERAIS MINAS

22/07/2014 17h18 - Atualizado em 22/07/2014 21h48

Construtora responsabiliza projeto de viaduto e prefeitura por desabamento

Empresa recomendou demolição de outra alça por risco de queda em BH
Construtora diz não ser função dela reavaliar projeto entregue pela Prefeitura.

Thais Pimentel
Do G1 MG

Tweetar 137 Recomendar 1,2 mil

A construtora Cowan, responsável pela obra do Viaduto Guararapes que caiu e matou duas pessoas em **Belo Horizonte**, afirmou nesta terça-feira (22) que falhas no projeto executivo provocaram o acidente com a estrutura. A empresa ainda recomendou a demolição imediata da outra alça do viaduto.

Segundo o perito Catão Francisco Ribeiro, o bloco de sustentação deveria ter recebido mais ferragem na armação, e apenas 1/10 do necessário foi usado. Com relação a esta falha identificada, a empresa afirmou que não é função dela reavaliar um projeto entregue pela Prefeitura.

Um viaduto desabou na tarde desta quinta-feira (3), na Avenida Pedro I, próximo à Lagoa do Nado, região da Pampulha, em Belo Horizonte (Foto: Reprodução/Globonews)

22

terra

http://noticias.terra.com.br/brasil/cidades/viaduto-em-bh-caiu-por-falhas-no-projeto-diz-construtora,1ed7332b20672410VgnVCM3000009af154d0RCRD.html

A construtora responsável pela obra do viaduto Batalha dos Guararapes, que desabou em Belo Horizonte no dia 3 de julho, afirmou nesta terça-feira que falhas no projeto executivo causaram a queda da estrutura. A Cowan se baseou em parecer técnico de especialistas contratados pela empresa.

De acordo com a construtora, a perícia foi realizada pela Enescil Engenharia e assinada pelo calculista Catão Francisco Ribeiro, considerado um dos profissionais mais importantes do país. A Cowan não informou o nome da empresa responsável pelo projeto executivo.

O viaduto despencou e atingiu um micro-ônibus, um carro e dois caminhões

Foto: André Brant / Hoje em Dia / Futura Press

SAIBA MAIS

- Demolição de viaduto é concluída, mas via segue interditada
- Viaduto que desabou começa a ser demolido em Belo Horizonte
- Avenida onde caiu viaduto pode ser liberada sábado em BH
- Justiça libera demolição de viaduto em BH

O parecer conclui que a ruptura foi provocada por uma "flexão e cisalhamento" (esforços que ocorrem nas estruturas de concreto). Mas o projeto não previu uma armadura de aço suficiente para suportar esses movimentos. O laudo explica que com a ruptura do bloco, as duas estacas centrais tiveram que aguentar a totalidade do peso da estrutura. Como elas não foram projetadas para isso, o pilar afundou com o bloco e as duas estacas próximas, resultado no desabamento do ramo sul do viaduto.

Segundo o projeto, a armadura foi projetada para flexão de 50,3 cm², quando o necessário seria de 685 cm². Além disso, o projeto não considerou os esforços de cisalhamento e nem de torção. Outro apontamento foi em relação à capacidade de suporte das estacas. No projeto, ela era de 250 tonelada-força, quando deveria ser de 467 tonelada-força. Isso significa que as estacas deveriam ser mais profundas ou ter um diâmetro maior.

23

http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2014/09/18/interna_gerais,570199/projetista-que-fez-calculos-nega-culpa-por-queda-de-viaduto-na-avenida-pedro-i.shtml#.VBxXHkuQcng.facebook

Projetista que fez cálculos nega culpa por queda de viaduto na Avenida Pedro I

Profissional alega que mesmo que houvesse desvio nos dados ele não provocaria desastre

Mateus Parreiras

Publicação: 18/09/2014 06:00 Atualização: 18/09/2014 07:56

O pilar P3, que afundou pelo meio do bloco devido a dimensões inadequadas, segundo aponta laudo do Instituto de Criminalística

Três meses e meio depois do desabamento da alça sul do Viaduto Batalha dos Guararapes sobre a Avenida Pedro I, entre os bairros Planalto e São João Batista, em Belo Horizonte, o projetista apontado pelo laudo do Instituto de Criminalística da Polícia Civil como responsável por ter calculado de forma equivocada a resistência de um dos pilares falou pela primeira vez, com exclusividade, ao Estado de Minas. Rodrigo de Souza e Silva negou que suas fórmulas contivessem erros e afirmou que, ainda que os dados contestados pelos peritos da Polícia Civil estivessem equivocados, isso não seria capaz de derrubar o viaduto, esmagando dois caminhões, um microônibus e um carro, o que resultou em dois mortos, 23 feridos e em prejuízos para motoristas e moradores do entorno da obra.

O profissional trabalha em um escritório de engenharia no Bairro Santa Efigênia, Região Leste de BH, e prestou serviço tercerizado à empresa que venceu a licitação para elaborar o projeto executivo do viaduto, a Consol Engenheiros Consultores. Primeiramente, enquanto revisava documentos em sua mesa, Silva afirmou não poder entrar em detalhes técnicos sobre o ocorrido, por força de contrato com a Consol, mas comentou aspectos do laudo do Instituto de Criminalística que culpam seu trabalho por contribuir com o desmoronamento. "Os cálculos do projeto são meus. Fui eu que fiz. A meu ver, os cálculos não contêm qualquer erro. Estão corretos. O problema ali (no viaduto) foi outro", afirmou, sem entrar em detalhes.

Porém, nas últimas páginas do laudo do Instituto de Criminalística, a conclusão assinada por sete peritos criminais pesa contra os cálculos de Rodrigo de Souza e Silva, que teriam indicado a construção do pilar denominado P3 com uma capacidade de suportar força 100 toneladas menor que o necessário.

24

Pedro I. Análise aponta que aberturas em laje superior do tabuleiro foram malfeitas e reduziram resistência

Viaduto tem falha de execução

FOTOS DE REPRODUÇÃO DO RELATÓRIO DO ENGENHEIRO NELSON LIMA

Segundo engenheiro, problema não foi causa da queda, mas condena a alça norte

■ JOANA SUAREZ

Aberturas excessivas e irregulares no tabuleiro do viaduto Batalha dos Guararapes, na avenida Pedro I, são apontadas como motivos para condenar a alça que ficou de pé. A conclusão é do engenheiro especialista em estruturas Nelson Araújo Lima, que analisou os projetos da obra, assim como as fotos do desabamento e da escavação em torno do pilar que afundou. O especialista carioca, com 50 anos de experiência na área, também acredita que a causa da

Na imagem, pilar do Batalha dos Guararapes afundado sobre o bloco que se rompeu

Aberturas são feitas para, durante a obra, criar acesso à parte inferior do tabuleiro

como a causa do desabamento, mas, ao analisar o projeto e as formas como o pilar

A possibilidade de o tabuleiro ter sido mal-executado pela construtora, de

Saiba mais

Análise

25

Créditos: Nelson Araújo Lima

26

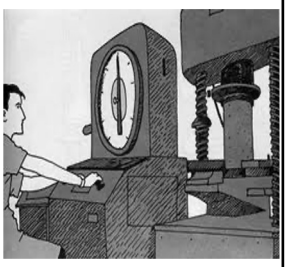
Os intervenientes

projetista estrutural

serviços de concretagem

construtora (execução)

tecnologista (consultor)


laboratório (controle)

atribuição de incumbências
ABNT NBR 12655:2014

27

Estruturas de Concreto para Edificações

Atividade profissional regida por normas técnicas:

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

que têm força de lei por conta do CDC

28

Edifício Palace II

Rio de Janeiro

1996
domingo carnaval

25 andares

5 anos!

29

30

31

desabamento. [illegible]

Na madrugada de domingo, à 1h para ser mais exato, ouviu-se um estrondo muito forte no prédio, que fez com que muitas pessoas descessem. Alguns apartamentos já começavam a apresentar fissuras nas paredes internas.

Soubemos, depois por um bombeiro, que havia um tapume no segundo subsolo, na altura do meio do prédio. Esse tapume isolava uma área na garagem do Palace II, que servia como escritório da construtora, onde eram guardados arquivos, plantas, equipamentos de escritórios, etc. O acesso era restrito à construtora e raríssimas eram as visitas de engenheiros no local, com certeza. Por isso, as possíveis inspeções ou o levantamento de irregularidades no segundo subsolo, nessa metade do prédio, eram praticamente nulos.

Então, houve a ruptura do pilar, talvez não em uma extensão significativa, mas o suficiente para acarretar a redistribuição da carga e fazer um recalque, que calculo em torno de 4 centímetros. Esses fatos, a rachadura das paredes e o barulho, evidentemente faziam parte do funcionamento espacial da estrutura, que tentava recompor suas cargas para os pilares vizinhos. Nessa ocasião demoliu-se o tapume e verificou-se que o pilar estava em condições superprecárias. Quando o engenheiro da Defesa Civil chegou, só teve tempo de testemunhar o que havia acontecido e fazer com que todas as pessoas evacuassem o prédio, o que infelizmente não ocorreu com todos.

É bom frisar que essa caixa de elevador tinha uma coisa assimétrica. As caixas de elevadores, próximas ao trecho que caiu, não estavam em funcionamento. Não existiam elevadores nesse trecho, o que acabou salvando muitas vidas. Por quê? Porque todo mundo que se precipitava em descer utilizava a caixa do elevador do lado oposto. Portanto, depois do desabamento, ainda existiam cerca de 20 a 25 pessoas no interior do prédio, que desceram as escadas.

Depoimento do Eng. Waldir José de Mello, no CREA.RJ Consultor da PMRJ

32

dramática e penosa.

Pensamos em inúmeras possibilidades, inclusive a de dar aproximadamente de 10 a 15 minutos, por andar, para que um bombeiro levasse os moradores daquele piso para, com uma caixa pequena, resgatar pertences indispensáveis, como documentos, por exemplo.

No entanto, as portas já estavam empenadas e teriam de ser arrombadas. Esse era um sinal nítido de que a estrutura já apresentava deformação, em função dos esforços de tração em cada nível. As portas funcionavam como elementos resistentes. Primeiro, não havia tempo para arrombar todas as portas e, segundo, não seria seguro tirar um elemento de resistência da estrutura.

Percebemos que realmente não seria possível salvar o prédio, quando vimos que

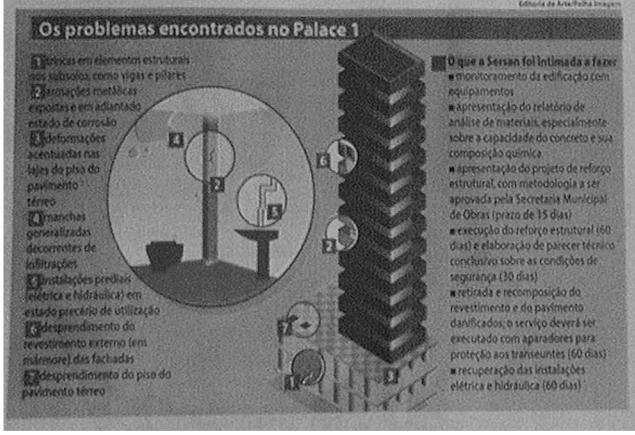
Depoimento do Eng. Waldir José de Mello, no CREA.RJ
Consultor da PMRJ

33

34

DESABAMENTO 4 *Sersan é intimada a consertar prédio em 2 meses; para técnicos, problemas não foram provocados pela implosão*

Laudo aponta problemas também no Palace 1



FERNANDA DA ESCÓSSIA
da Sucursal do Rio

Um laudo técnico divulgado ontem pela Secretaria Municipal de Urbanismo do Rio aponta problemas na estrutura do Palace 1 — como trincas nos pilares — e intima a construtora Sersan a recuperar o prédio num prazo de dois meses.

Segundo o laudo, o Palace 1 — vizinho ao Palace 2, que desabou no Carnaval e foi implodido no último sábado — está com trincas nas vigas do subsolo, armações metálicas em adiantado estado de corrosão, deformações na laje do térreo, infiltrações, instalações hidráulicas e elétricas em estado precário e desprendimento dos revestimentos da fachada e do piso.

Para os engenheiros que vistoriaram o prédio, os problemas são estruturais e não foram provocados pela implosão do Palace 2.

O laudo afirma que o projeto de construção do Palace 1 é igual ao do prédio implodido, o que caracteriza uma situação de risco para a segurança de moradores.

"Chegamos à conclusão de que tem que ser feita uma obra rápida, para que não aconteça o colapso que aconteceu com o Palace 2", disse Marcel Iglicky, diretor do departamento de Vistoria da Secretaria de Urbanismo. Segundo ele, o Palace 1 apresenta hoje situação estável. Iglicky foi evasivo ao ser questionado sobre as possibilidades de um desabamento do prédio.

"A partir do momento em que mantemos a interdição e elaboramos um laudo, é porque a gente tem certeza de que tem condições de recuperá-lo. Não cogitamos perder mais um prédio, mas não temos bola de cristal para saber."

A estrutura do Palace 1 está sendo monitorada por técnicos com equipamentos especializados. O prédio, interditado desde o desabamento do Palace 2, permanecerá fechado por medida de segurança, até que as obras de reforço estrutural sejam feitas.

A construtora Sersan deverá também apresentar um relatório com análise de materiais e refazer as instalações hidráulicas e elétricas. A intimação foi afixada no escritório da construtora.

Se não começar a cumprir em 24 horas as determinações da prefeitura, a Sersan poderá ser multada em até R$ 240,00. A multa é dobrada a cada dia de atraso.

A assessoria do prefeito Luiz Paulo Conde (PFL) informou que, caso a Sersan não obedeça às determinações, a prefeitura pagará as despesas da obra e cobrará judicialmente da construtora.

O laudo divulgado ontem é apenas preliminar e não se refere a problemas referentes ao solo nem a materiais utilizados na construção. Uma empresa especializada foi contratada pela prefeitura para avaliar a composição do concreto e de outros materiais. Não há previsão para a divulgação dos laudos dos materiais e das causas do desabamento do Palace 2.

35

PALACE I 10anos

36

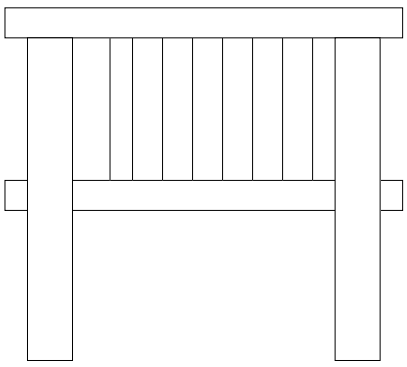
Flechas excessivas

37

laje+vigas com espessura média de
22cm → 550 kg/m²

dimensionada para 200 kg/m²

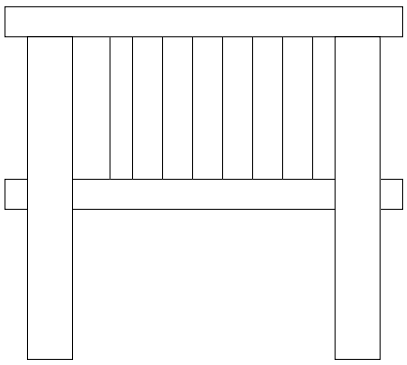
1 ano de idade



38

tem o módulo; tem o f_{ck} mas não foi dimensionada para essa carga

1 ano de idade



39

40

Shopping Center

11.06.2013

colapsou 40.000 m²

4 lajes protendidas

3 pavimentos

vãos 7,5 m x 7,5 m

41

42

43

44

45

46

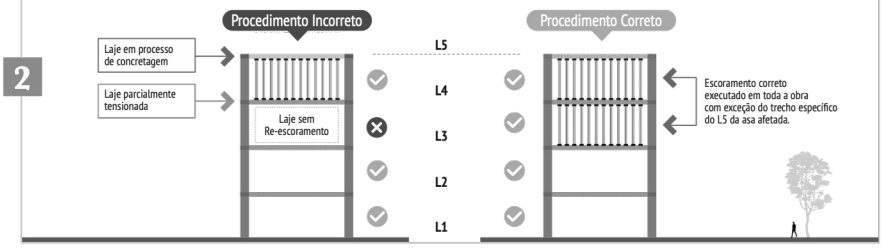
Comunicado

Shopping Rio Poty

O Shopping Rio Poty vem a público esclarecer a causa do incidente verificado na madrugada de 11/07, bem como detalhar seu plano de retomada das obras, tornado possível após reunir técnicos de renome nacional em colaboração com as autoridades públicas. A conclusão irrefutável a que se chegou foi de que o incidente se deveu a um erro de execução específico e pontual. É importante frisar que, por se tratar de erro isolado, fica garantida a continuidade do projeto. Abaixo a descrição do que ocorreu:

1 Antes de iniciada a concretagem de um trecho específico da Laje do 5º pavimento (L5), foi retirado INADVERTIDAMENTE o escoramento da Laje do 4º pavimento (L4), que se encontrava parcialmente tensionada.

2 Na fase final da concretagem de trecho do L5, a soma das cargas de duas lajes (L4+L5), sob uma única laje (L4) PARCIALMENTE TENSIONADA e NÃO ESCORADA, acarretou no colapso em cadeia da estrutura.



47

outro caso desastroso!

48

LEVANTAMENTO DE CAMPO DAS ARMADURAS PILARES - REAL CLASS

PILAR	DIMENSÃO PILAR NO SUBSOLO (cm)	FERRO LONGITUDINAL EXECUTADO (QUANT./mm)	FERRO LONGITUDINAL PROJETADO (QUANT./mm)	diferença
01	(20 x 100)	10 Ø 12.5	14 Ø 10.0	+12 %
02	(30 x 50)	22 Ø 12.5	16 Ø 16.0	- 16 %
03	(20 x 100)	48 Ø 16.0	50 Ø 16.0	- 4 %
04	(20 x 100)	24 Ø 16.0	36 Ø 16.0	- 33 %
05	(30 x 50)	24 Ø 12.5	18 Ø 16.0	- 19 %
06	(20 x 100)	10 Ø 12.5	14 Ø 10.0	+12 %
07	(20 x 70)	10 Ø 10.0	10 Ø 10.0	------
08	(20 x 70)	08 Ø 12.5	08 Ø 10.0	+ 56 %
09	(25 x 80)	28 Ø 16.0	20 Ø 20.0	- 10 %

49

Registrado em 06 de abril de 2011.
Livro: 010/ENG.

				diferença
10	(20 x 100)	34 Ø 12.5	34 Ø 16.0	- 39 %
11	(25 x 125)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	+5 %
12	(25 x 178)	38 Ø 10.0	38 Ø 10.0	------
13	(25 x 178)	16 Ø 16.0	38 Ø 10.0	+8 %
14	(25 x 125)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	+0,5 %
15	(20 x 218)	34 Ø 10.0	34 Ø 10.0	------
16	(20 x 218)	Ø 10.0	34 Ø 10.0	------
17	(20 x 70)	10 Ø 10.0	10 Ø 10.0	------
18	(30 x 70)	18 Ø 12.5	28 Ø 10.0	+0,5 %
19	(30 x 70)	08 Ø 16.0	20 Ø 10.0	+2 %
20	(20 x 70)	08 Ø 12.5	08 Ø 10.0	+56 %
21	(20 x 70)	12 Ø 12.5	30 Ø 10.0	- 37 %
22	("25" x 100)	42 Ø 16.0	30 Ø 20.0	- 10 %
23	("25" x "208")	34 Ø 12.5	76 Ø 10.0	- 30 %
24	("25" x 100)	42 Ø 16.0	34 Ø 20.0	- 21 %
25	(20 x 70)	08 Ø 12.5	16 Ø 10.0	- 22 %

Obs: Foi constatado que todos os estribos possuíam bitolas de 4.2mm com espaçamento entre eles de 15cm exceto o pilar P15 que possui estribos de 6.3mm e espaçamento igual aos demais.

50

51

Edifício Real Class

Belém do Pará

34 pavimentos

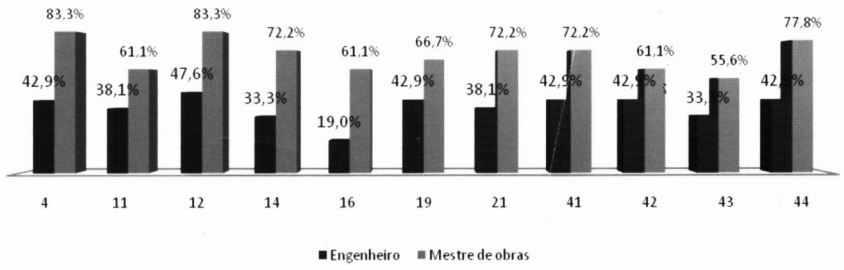
105m 20.01.2011 35MPa

52

http://compradordeimovel.no.comunidades.net/index.php?pagina=1029312853_03

53

Figura 3 – Desvios de função

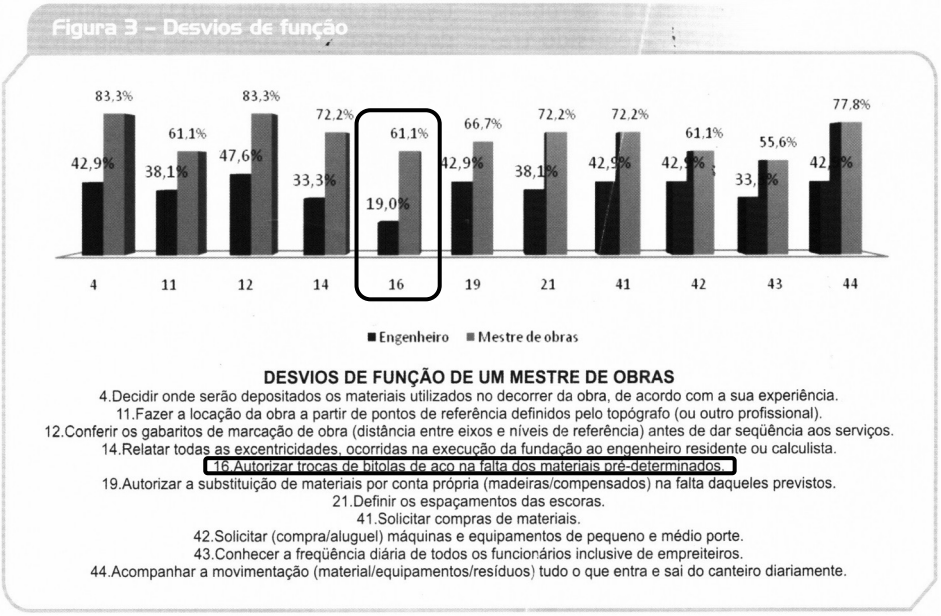


DESVIOS DE FUNÇÃO DE UM MESTRE DE OBRAS

4.Decidir onde serão depositados os materiais utilizados no decorrer da obra, de acordo com a sua experiência.
11.Fazer a locação da obra a partir de pontos de referência definidos pelo topógrafo (ou outro profissional).
12.Conferir os gabaritos de marcação de obra (distância entre eixos e níveis de referência) antes de dar seqüência aos serviços.
14.Relatar todas as excentricidades, ocorridas na execução da fundação ao engenheiro residente ou calculista.
16.Autorizar trocas de bitolas de aço na falta dos materiais pré-determinados.
19.Autorizar a substituição de materiais por conta própria (madeiras/compensados) na falta daqueles previstos.
21.Definir os espaçamentos das escoras.
41.Solicitar compras de materiais.
42.Solicitar (compra/aluguel) máquinas e equipamentos de pequeno e médio porte.
43.Conhecer a freqüência diária de todos os funcionários inclusive de empreiteiros.
44.Acompanhar a movimentação (material/equipamentos/resíduos) tudo o que entra e sai do canteiro diariamente.

Mapeamento de competências e atribuições de um mestre de obras. Revista Concreto & Construções, Ano XXXIX, n.62. IBRACON, Abr.Mai.Jun. 2011. p. 13-18

54



Mapeamento de competências e atribuições de um mestre de obras. Revista Concreto & Construções, Ano XXXIX, n.62. IBRACON, Abr.Mai.Jun. 2011. p. 13-18

55

ENGENHEIRA(O)

precisa ter consciência de que a consequência de seus atos pode levar anos para aparecer!

56

ESTADÃO São Paulo ASSINE

PROGRAMA CORUJÃO DA SAÚDE. EM HORÁRIOS ESTENDIDOS ATÉ AS 11h DA NOITE.

Cobertura de fachada de mercado cai e atinge 2 na Vila Madalena

Cliente e funcionário foram socorridos; marquise passava por serviço de manutenção

Redação, O Estado de S.Paulo
22 de agosto de 2019 | 16h13
Atualizado 23 de agosto de 2019 | 13h49

SÃO PAULO - A cobertura da fachada de uma loja da rede de supermercados **Dia** caiu enquanto passava por manutenção, ferindo uma mulher e um funcionário na **Vila Madalena**, na zona oeste de **São Paulo**, na tarde desta quinta-feira, 22. O acidente ocorreu na unidade localizada na Rua Purpurina.

LEIA TAMBÉM > Parte de prédio desaba no Ceará e moradores deixam local às pressas; veja vídeo

Segundo o supermercado, a marquise da loja se desprendeu durante serviços de manutenção e revitalização das instalações, realizados por uma empresa terceirizada. A estrutura atingiu uma cliente do supermercado e um funcionário da prestadora de serviço.

DESTAQUES EM *SÃO PAULO*

Jovem morre atingido por marquise no Jardim Paulista

Empresa espanhola assume Linha 6-Laranja do Metrô e deve entregar obra em 4 anos

3 funcionárias de Felipe Titto são agredidas por motorista de aplicativo

57

ANTES...

58

...DEPOIS

https://br.noticias.yahoo.com/marquise-desaba-nos-jardins-e-mata-adolescente-de-17-anos-em-sp-114807880.html

59

https://www.metrojornal.com.br/foco/2019/11/14/vistoria-imagens-cameras-queda-marquise.html

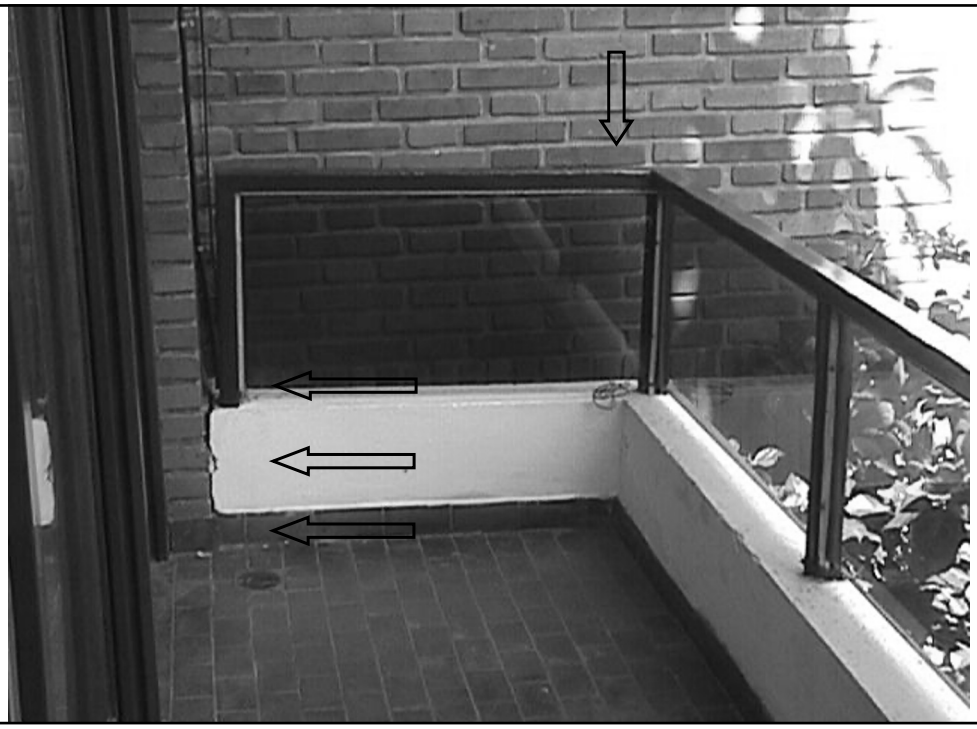
60

61

62

63

64



65

o de Processo Penal e as leis de execução penal e de economia popular. Com as alterações, acaba a lei Fleury, que permitia aos réus primários responder processo em liberdade. Página 4

ves para os empregados do Departamento Nacional de Produção Mineral. Ontem, o presidente José Sarney resolveu conceder-lhes um reajuste salarial entre 95% e 120%. Página 24

obediência à nova Carta, será permitido o registro de candidaturas vetadas por tribunais regionais porque a Constituição anterior fixava prazo de um ano para o domicílio eleitoral.

quanto não sair a lei regulamentadora do sistema financeiro, continuarão a valer as normas atuais. O esclarecimento foi feito depois que o presidente José Sarney aprovou o parecer do consultor-geral

da Repú
mos, co
ção. O p
blicado n
hoje. Em
consulto
uma pos
beas data
nimo.

Agricultura e Saúde brigam pelos dietéticos

Os refrigerantes dietéticos são disputados por dois ministérios. O da Saúde publica hoje no Diário Oficial uma liberação para o comércio, pela Antarctica e pela Coca-Cola. O da Agricultura avisa: mandará apreendê-los. Página 24

Marquise cai e mata nove em Porto Alegre

Nove pessoas morreram, entre as quais uma criança, dez ficaram gravemente feridas e outras 30 sofrem escoriações leves com o desabamento, ontem à tarde, da marquise da Loja Arapuã, no centro de Porto Alegre, na rua Doutor Flores. No momento do acidente, muitas crianças estavam na frente do prédio, recebendo doces de funcionários, numa promoção da loja. O estrondo provocado pela queda das lajes de concreto espalhou o pânico entre as pessoas que passavam, dificultando o trabalho do Corpo de Bombeiros de remoção das vítimas. Técnicos do Instituto de Criminalística da Polícia Civil estiveram no local, mas o resultado da perícia ainda demorará dias. Página 14

O subúrbio da CBTU entre Jundiaí e Paranapiacaba: o perigo, a violência e

Bom tempo para viajar no feriado

Quem vai passear no fim de semana pode contar com bom tempo. Os bancos fecham hoje e só reabrem terça. Os postos de gasolina estão liberados para funcionar domingo e segunda. Página 13

TURISMO

Boston é conhecida pela Universidade de Harvard, a mais tradicional dos Estados Unidos, e a tonalidade vermelha de seus prédios. Mas a capital de Massachusetts, na região da Nova

CADERNO 2

Cícero Dias fala de pintar e viver

Aos 82 anos de idade e 60

Para PM, fogo no trem foi planejado

A Polícia Militar acredita que o incêndio do trem da CBTU na quarta-feira tenha sido uma ação premeditada, pos-

Notas e Informações

Apesar de todo o autoritarismo e de todo o temor que parecia inspirar, o governo do general Augusto Pinochet realizou um plebiscito livre e

46 p

Mais o Supl

Cidade
Ciência e Tecnol
Classificados
Comportamento
Corrupção
Economia
Educação
Espaço
Esportes

66

dinossauro

Pesquisadores disseram ter achado, em Santa Maria (RS), ossadas de espécie desconhecida de dinossauro, que teria vivido há 220 milhões de anos. Essa espécie seria uma das mais primitivas do mundo. As ossadas medem cerca de 50 cm de altura e 1,50 m de comprimento. Os animais, segundo os pesquisadores, provavelmente se alimentavam de plantas e pequenos animais. Pág. 1-14

brasil

Opinião da Folha

Leia os editoriais "Difícil sintonia fina", sobre entrada de capitais; "Demagogia e justiça", sobre o caso do Palace; e "Piratas nas estradas", acerca de roubo de cargas. Pág. 1-2

Campanha começa com pichações

Pág. 1-8

ÍNDICE

Esta edição tem 70 Páginas

5.22.925 exemplares

ATMOSFERA

Mancha de lama invade a lagoa Rodrigo de Freitas, depois da chuva que atingiu o Rio durante a madrugada e a manhã de ontem

Marquises desabam e matam 2 no ABC

O desabamento ontem à tarde de duas marquises de um prédio no centro de São Caetano do Sul (SP) matou duas pessoas que passavam pela rua e deixou outras duas feridas. As causas do acidente ainda são desconhecidas. Laudo deverá ficar pronto em 15 dias.

No Rio, uma mulher morreu e três pessoas ficaram feridas no desabamento de duas casas no Andaraí (zona norte), após temporal ontem de manhã.

A chuva, que começou de madrugada, parou a cidade. Houve congestionamentos de até 20 km devido ao alagamento de vários acessos ao centro.

Para o prefeito Luiz Paulo Conde (PFL), que decretou estado de alerta, "os mesmos lugares que enchem enchiam há 180 anos". São Paulo

Moacir Lopes Jr./Folha Imagem

Destroços das duas marquises de 30 metros de comprimento que desabaram da fachada de loja no centro de São Caetano do Sul

Divulgação

ilustrada

cassação

FERNANDO RODRIGUES
da Sucursal de Brasília

O deputado Sérgio Naya (sem partido-MG) mudou de idéia e tentará voltar ao PPB. Advogados o convenceram de que sua expulsão foi irregular. Responsável pelo prédio que ruiu no Rio, ele é acusado de falta de decoro e pode ter o mandato cassado —processo contra o qual Naya também resolveu agir. Pág. 3-8

Reforma vai dar reajuste salarial aos 3 Poderes

O primeiro efeito da reforma administrativa, aprovada anteontem, será o reajuste de até 59% para a cúpula do Executivo, Legislativo e Judiciário.

O novo teto salarial da administração federal deverá ficar em R$ 12.720, segundo negociação em curso nos Três Poderes, da qual resultará um inédito projeto de lei de iniciativa conjunta. O aumento poderá ocorrer em abril. Pág. 1-9

GUIA DA FOLHA SP

186 bares

300 restaurantes

54 filmes

29

67

ZH POLÍCIA

DESABAMENTOS

Marquise esmagou um bancário de 23 anos

A peça de concreto tinha o peso de quatro toneladas

Por ULISSES ALMEIDA NENÊ
Editoria de Polícia/ZH

Várias falhas na construção da marquise do prédio do Lloyds Bank International acabaram causando a morte de uma pessoa e ferimentos em outra, no início da manhã de ontem, no centro de Porto Alegre. A marquise, com 12 metros de extensão, dois de largura e 55 centímetros de espessura e pesando quatro toneladas, desabou e esmagou o bancário Júlio Cesar Machado Camargo, 23 anos, que ainda chegou a ser socorrido por PMs e populares, mas morreu a caminho do Hospital de Pronto Socorro. Felício José Ponte, 27 anos, residente em Novo Hamburgo, escapou por pouco. Ele sofreu escoriações nos braços e nas costas, ao ser atingido de raspão pelo concreto. Felício foi medicado no HPS e liberado, informou o inspetor Laudelino, do plantão policial do hospital.

Uma bomba

A tragédia só não foi bem maior porque o movimento na Rua General Câmara, onde está localizado o banco, ainda era pequeno às 7h40min. Naquela área, estão concentrados vários bancos e Júlio César trabalhava no Bradesco, como gerente do Posto de Serviço das Tintas Renner, na Assis Brasil. Ele estava caminhando para o Bradesco da General Câmara, onde participaria de uma reunião de trabalho, quando foi atingido pela marquise do prédio número 249, do Lloyds Bank.

O bancário Felício José Dupont, 27 anos, presenciou o fato. Ele seguia para o Banco Meridional caminhando pelo meio da rua, segundo afirmou, para evitar os guarda-chuvas das pessoas que transitavam pelas calçadas. Nem bem ele passou em frente ao Lloyds e ouviu o estrondo, como uma bomba. Apavorado, viu as quatro toneladas desabarem no chão. Logo ele e as pessoas que se aglomeraram no local notaram que havia alguém embaixo da marquise. Quando perceberam que o rapaz estava vivo, os populares, uma tripla, fazendo muita força conseguiram erguer um pouco o concreto e retirar Júlio Cesar. "Por mais um ou dois metros ele teria se salvado", comentou Felício, explicando que Júlio foi atingido pela ponta da marquise. A agência para onde ele ia fica ao lado do Lloyds.

Júlio Cesar foi carregado pelo soldado PM Moacir da Silva e Felício para a viatura 418 e transportado nela para o HPS. Mas, quando a viatura tomava a Avenida Osvaldo Aranha em direção ao hospital, Felício percebeu que ele expirou. O rapaz teve o crânio esmagado, várias costelas quebradas e o seu rosto foi cortado pelo logotipo de ferro do banco. Ele era casado e deixa a esposa grávida de seu primeiro filho.

Até às 10h ainda havia a expectativa de que houvesse mais pessoas mortas sob os escombros. Dois bombeiros, em três viaturas do 1º Grupamento de Incêndios, tomandados pelo Tenente Medeiros, compareceram no local para removerem a marquise demolida, um trabalho vagaroso que levou quase toda a manhã para ser concluído.

Perícias

Abalado e bastante nervoso, o gerente do Lloyds Bank International, Alan Davidson, concedeu uma entrevista à imprensa, às 9h. Ele explicou que pertencem ao banco seis dos quinze andares do prédio, que foi construído em 1974. Os funcionários da agência foram dispensados e o gerente informou que já estão sendo procuradas instalações provisórias para o Lloyd, e que uma equipe especializada do próprio banco fará uma avaliação da atual sede para determinar as condições em que se encontra. Alan não soube informar quem são os responsáveis pela construção do edifício.

Vários engenheiros e técnicos se dirigiram até o prédio para ver o que tinha acontecido. Engenharia e Arquitetura (CREA), Luiz Fernando Osório, 30 anos, e Luiz Augusto Ercole, 36 anos, fizeram um levantamento técnico dos escombros. Segundo eles, para um processo administrativo que a entidade moverá para apurar as responsabilidades pelo desabamento. Porém não quiseram adiantar qualquer conclusão.

Já Romeu Fachin, da Secretaria Municipal de Obras e Viação (SMOV), disse que os técnicos da Secretaria estavam ali apenas fazendo "uma verificação", nada para fins de inquérito ou processo. Mas, juntamente com diversos colegas à sua volta, enumerou várias falhas que, numa rápida averiguação, puderam ser constatadas: "O concreto utilizado na marquise é muito grãudo; a ferragem, muito fina, está disposta de maneira inadequada; há sobrecarga de enchimento; e é quase certo que as tubulações de escoamento d'água estejam entupidas". Por isto, o engenheiro da Smov acredita que as chuvas que caíram

O horário do desabamento impediu a tragédia maior

Júlio Cesar era funcionário do Bradesco

68

FOLHA DE S.PAULO

sexta-feira, 13 de março de 1998 são paulo 3 ■ 3

PERIGO 2 *Prefeitura diz que só vistoria prédios quando vai conceder Habite-se; polícia procura o proprietário do imóvel*

Falta de ferragens pode ter causado queda

Área interditada em calçada do centro de São Caetano com parte da marquise que desabou de prédio comercial, matando duas pessoas ontem

da Reportagem Local

As causas do desabamento das marquises da loja Out-Let ainda são desconhecidas. O Instituto de Criminalística fará uma perícia no local. O laudo deve ficar pronto em 15 dias.

Para o engenheiro José Gaino, da Defesa Civil, numa primeira análise, as marquises tinham ferragens insuficientes para o peso delas e apresentavam umidade. "O prédio é muito antigo, da década de 50."

Na avenida Conde Francisco Matarazzo, onde ocorreu o acidente, a prefeitura está fazendo obras para criar uma espécie de calçadão 24 horas.

Alguns vizinhos e funcionários da loja suspeitam que as obras possam ter influído no acidente. "O prédio vibrava sempre que as britadeiras trabalhavam na rua", disse a balconista da Out-Let Miriam Dalva dos Santos.

O diretor de Obras da Prefeitura de São Caetano, Ilsomar Darronqui, afirma que as obras não têm nenhuma relação com o acidente. "As obras foram até úteis, pois se a avenida não estivesse parcialmente interditada, mais pessoas poderiam estar passando sob as marquises no momento do desabamento", disse.

Segundo Darronqui, que interditou o prédio ontem, a prefeitura só vistoria as obras para concessão do Habite-se.

O diretor afirmou ainda que essa vistoria não avalia condições de segurança da estrutura. "Isso é de responsabilidade do engenheiro que faz a obra", afirmou. Pelo Código Civil, uma construtora é responsável nos cinco primeiros anos após a conclusão da obra.

O dono da loja, Omar Abdouni, disse que é inquilino do prédio há três anos e que ele nunca havia apresentado problemas nesse período. Abdouni não confirmou a informação da funcionária de que o prédio vibrava com o trabalho das britadeiras. A polícia agora vai localizar o proprietário do prédio. (RENATO KRAUSZ)

Vítima não teve tempo de correr

da Reportagem Local

As marquises da Out-Let caíram tão rápido que as duas pessoas que morreram nem sequer tiveram tempo de correr, segundo testemunhas.

De acordo com Alexandre Athanazio, 18, funcionário de uma farmácia vizinha à loja, o rapaz Alex dos Santos, que estava no 1º colegial, já tinha passado pela marquise, mas, com o barulho, deu um passo para trás e acabou atingido.

A família de Alex soube do acidente pela televisão. O pai, Benedito dos Santos, chegou à sua casa e encontrou a mulher chorando. Santos foi à delegacia e, após confirmar que era mesmo seu filho, ficou em estado de choque.

A família da dona-de-casa Terezinha Nakasato também soube pela televisão. Terezinha era casada e tinha quatro filhos.

O eletricista Aloizio da Silva escapou por pouco, segundo seu irmão Everaldo da Silva, 40.

Aloizio sofreu apenas uma escoriação no braço. Após o acidente ele não quis ir ao hospital e voltou para o trabalho. "De tão assustado, ele chegou aqui tremendo e suando muito", disse o irmão.

O outro ferido, Samuel Corrêa Bispo, teve escoriações na mão e nas costas. Ele foi levado ao PS Municipal de São Caetano.

Uma mulher que também passava sob a marquise saiu ilesa por alguns milímetros. Segundo testemunhas, a mulher deu um passo para dentro da Out-Let e as marquises caíram na sua frente. (RK)

Delegado vai ouvir dono 2 vezes

da Reportagem Local

O delegado Marco Antonio Barreiras, titular do 1º DP de São Caetano do Sul, disse que vai aguardar o laudo do IC para identificar os culpados pelo acidente na loja Out-Let.

"Se houve negligência, alguém irá responder por homicídio culposo (sem intenção)."

De acordo com o delegado, caso fique comprovado que os responsáveis já soubessem de problemas nas marquises, sem tomar providências, é possível que ocorra um indiciamento por homicídio doloso (com intenção).

Barreiras deve consultar hoje o registro de imóveis para localizar os proprietários do prédio.

O delegado afirmou que pretende ouvir o proprietário e o inquilino do imóvel pelo menos duas vezes: antes e depois de receber o laudo do IC.

O procurador-geral de Justiça de São Paulo, Luiz Antonio Marrey, designou ontem dois promotores para acompanhar o inquérito policial.

O dono da loja, Omar Abdouni, disse que o prédio pertence à família Zetune. Nenhum membro da família foi localizado ontem.

Segundo Abdouni, o edifício anteriormente havia sido alugado para uma espécie de shopping center, com várias lojas.

Com o tempo, os outros inquilinos foram saindo e o local acabou virando uma só loja. A área construída do prédio é de aproximadamente 2.000 m². (RK)

69

MENU g1 AMAPÁ REDE AMAZÔNICA BUSCAR

Prédio em Macapá que teve desabamento de marquise é desinterditado após 3 dias

Corpo de Bombeiros autorizou o retorno dos moradores ao edifício na segunda-feira (12) devido reparos feitos na estrutura.

Por G1 AP — Macapá
13/10/2020 17h01 · Atualizado há 3 anos

70

71

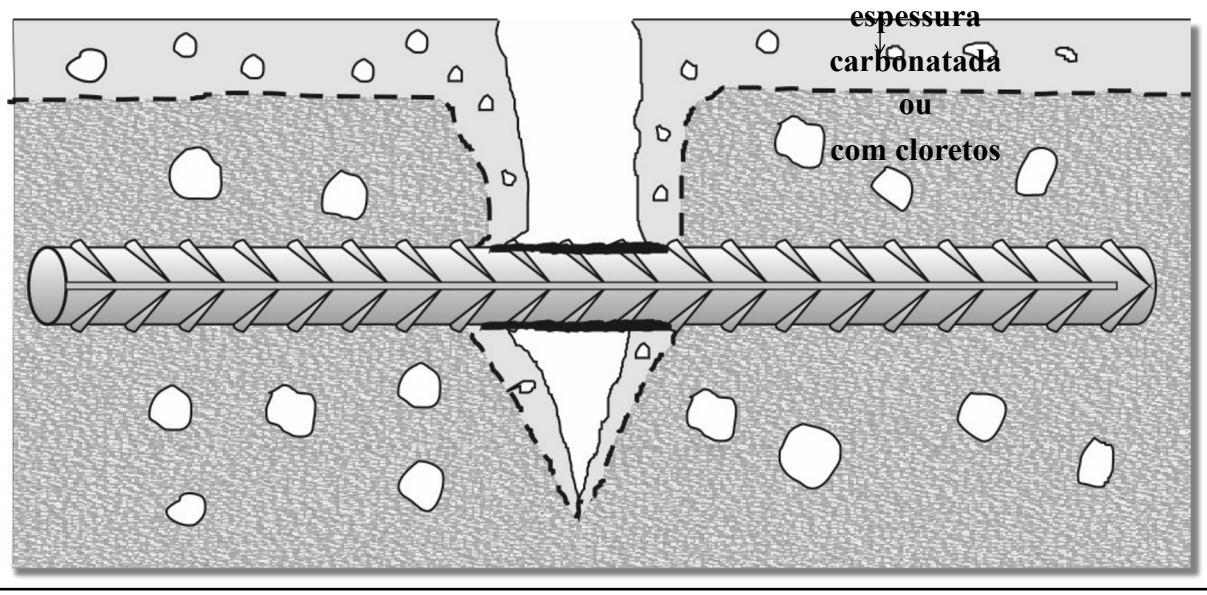
AMAPÁ REDE AMAZÔNICA

Parte de prédio onde desabou a marquise no terceiro andar — Foto: Caio Coutinho/G1

72

73

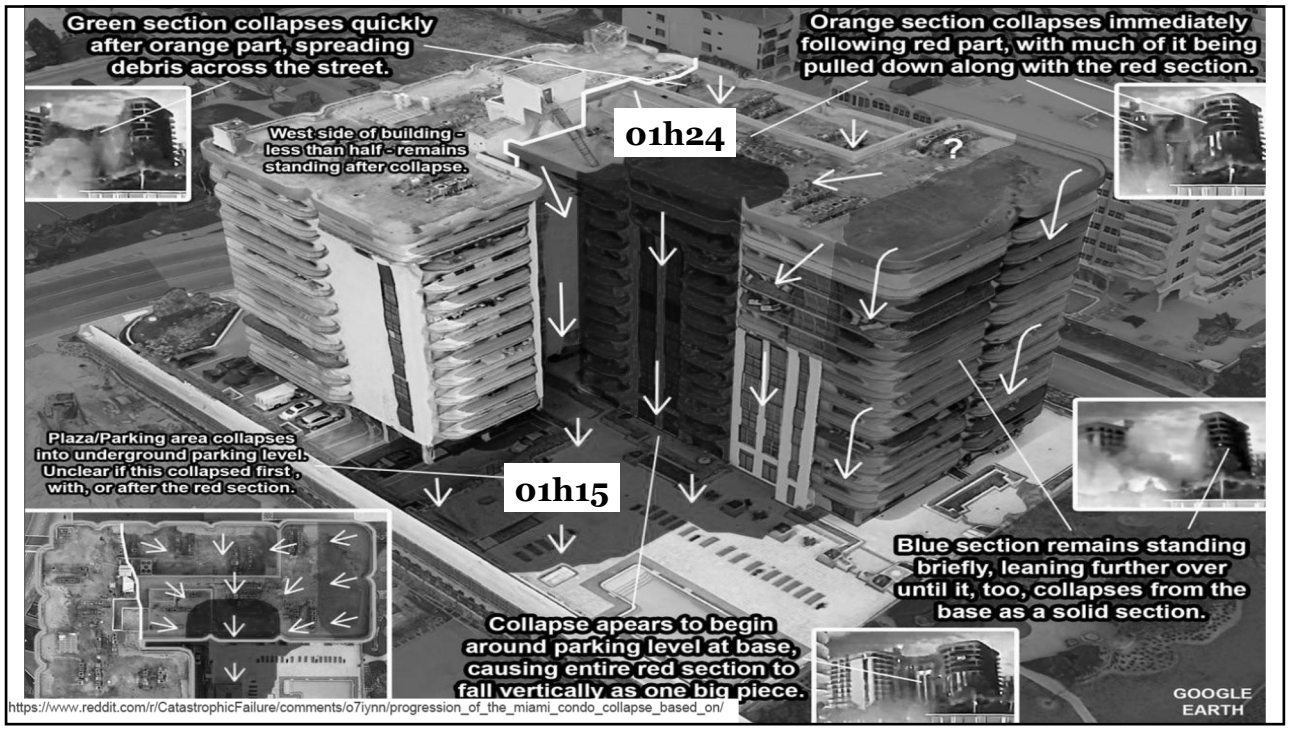
FISSURAÇÃO



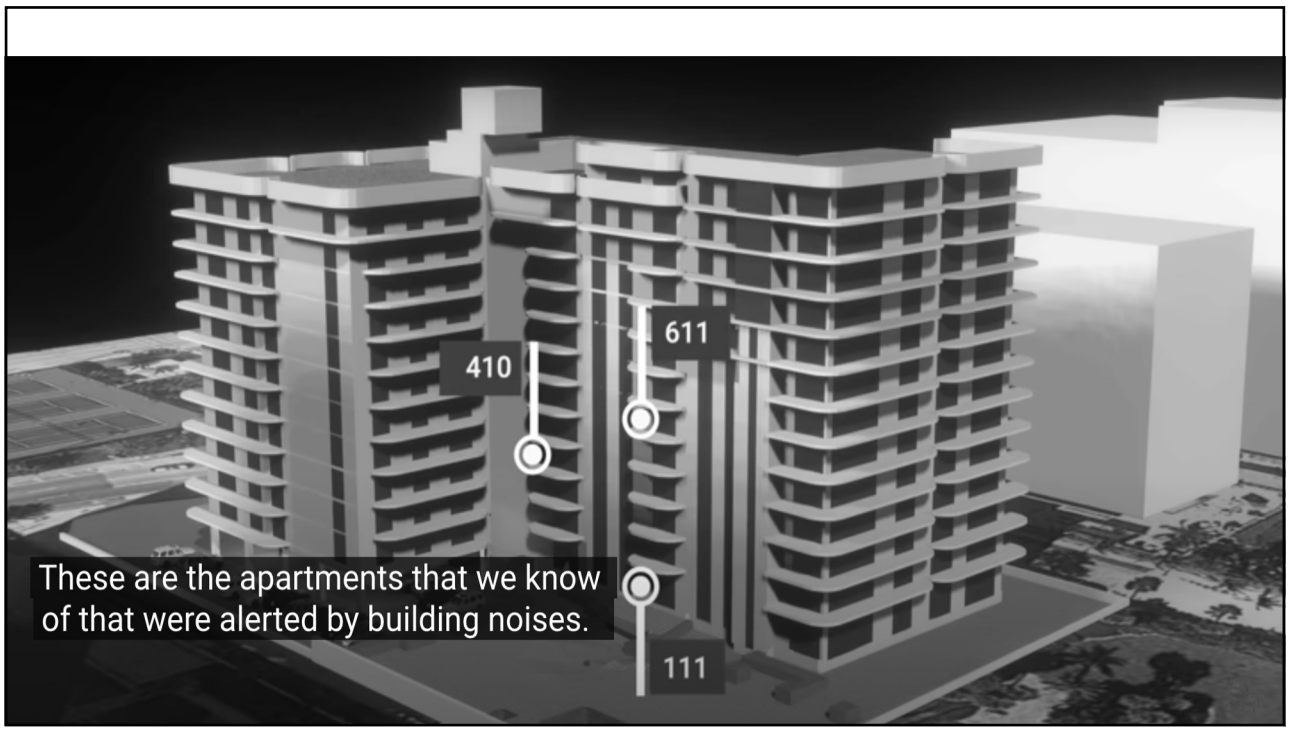
74

Corrosão localizada e intensa pois trata-se
de um pequeno ânodo para fortes cátodos.

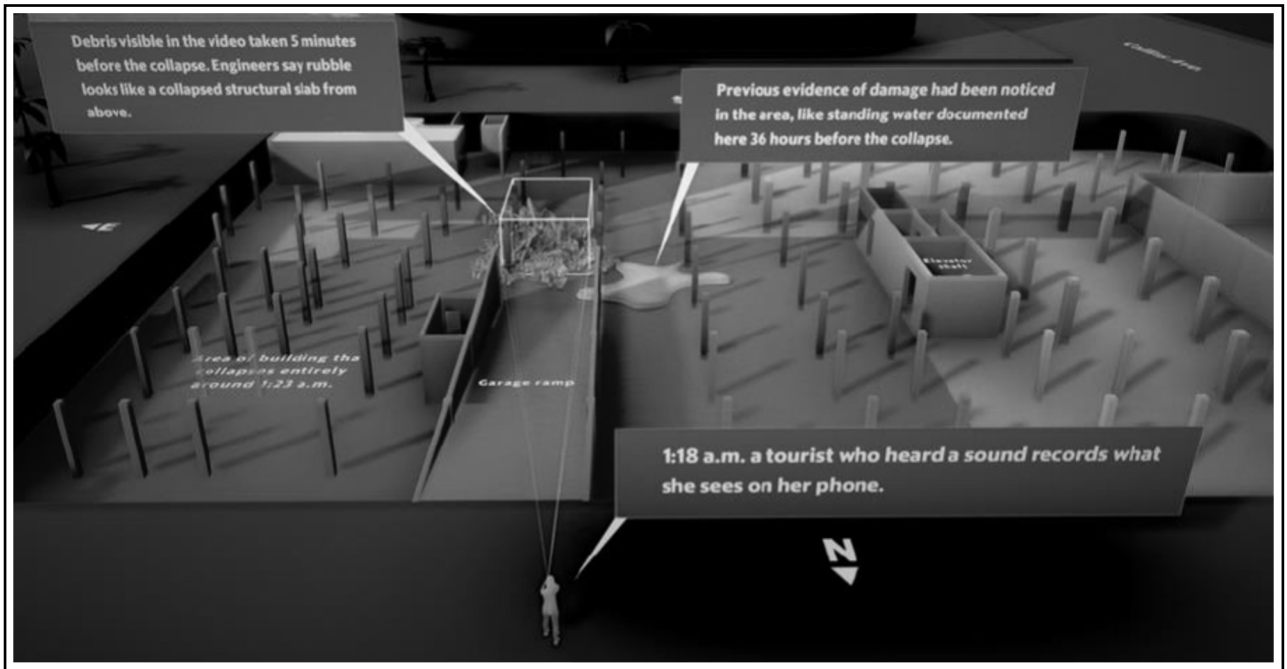
75


Green section collapses quickly after orange part, spreading debris across the street.
Orange section collapses immediately following red part, with much of it being pulled down along with the red section.
West side of building - less than half - remains standing after collapse.
01h24
Plaza/Parking area collapses into underground parking level. Unclear if this collapsed first , with, or after the red section.
01h15
Blue section remains standing briefly, leaning further over until it, too, collapses from the base as a solid section.
Collapse apears to begin around parking level at base, causing entire red section to fall vertically as one big piece.
https://www.reddit.com/r/CatastrophicFailure/comments/o7iynn/progression_of_the_miami_condo_collapse_based_on/
GOOGLE EARTH

76



77



Miami Herald: The last stand of Champlain Towers South. Computer Model, witnesses reconstruct the tragedy". January 2022
SURFSIDE Anatomy of a complex forensic investigation, by Juan Carlos Araiza, PhD, PE February 2023

78

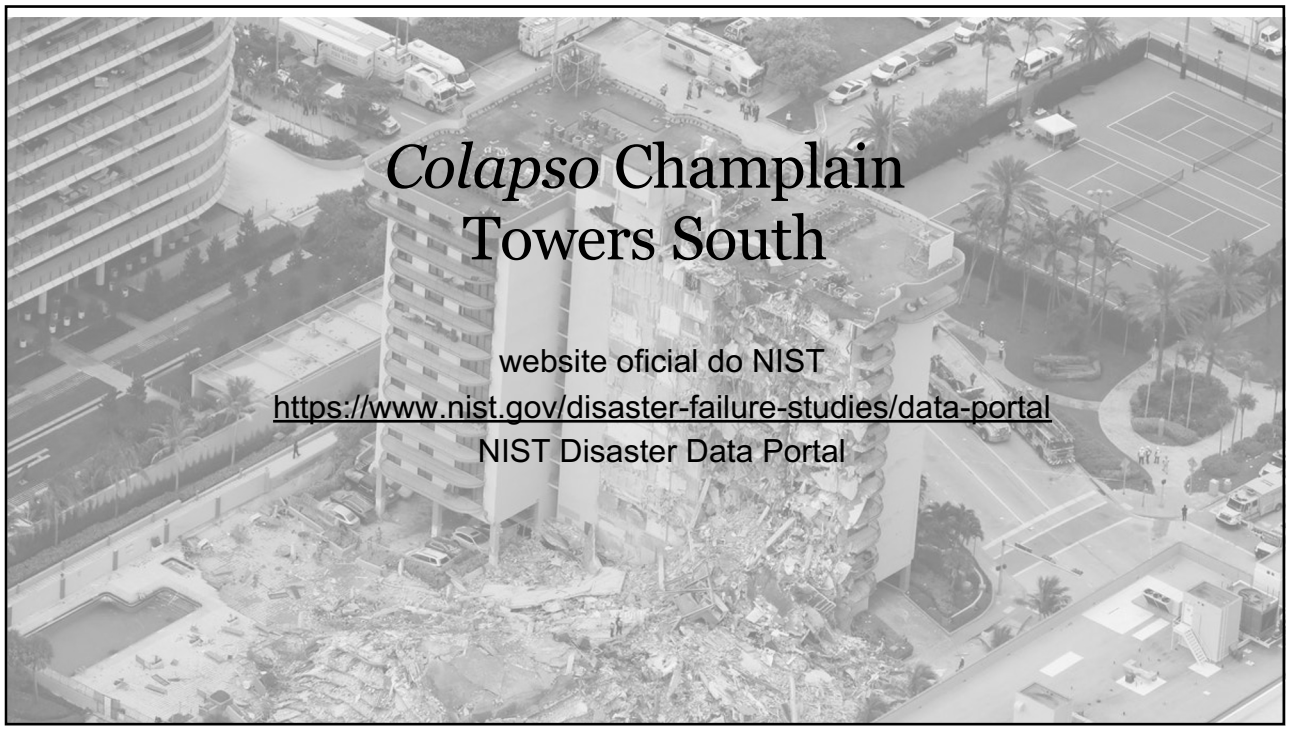
Primeira Lição

Fique atento e escute os gritos da estrutura, pois podem ocorrer acidente graves e colapsos em qualquer idade da estrutura.

Todas as estruturas advertem que estão prestes a colapsar, e o desafio é saber interpreter os sinais da estrutura!

Somente aqueles que entenderam os avisos foram salvos!

79

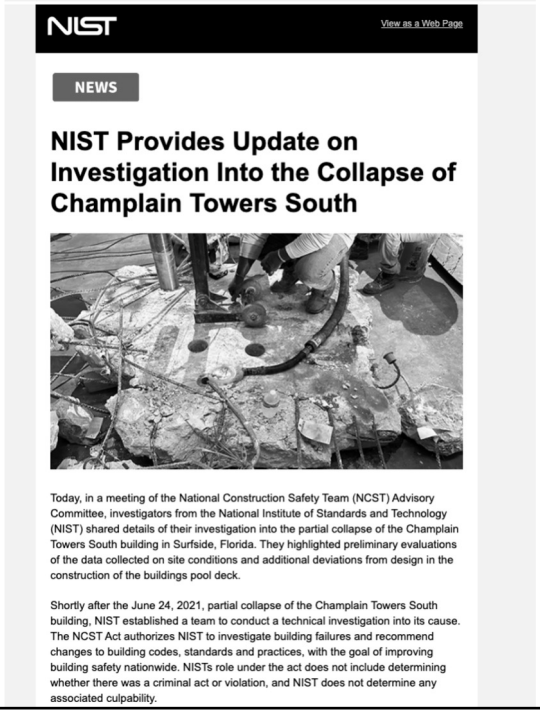


80

NIST encourages members of the public to submit any information, including video, photos or other documentation

- ✓June 24, 2021, Champlain Towers South, 12-floor condominium in Surfside, Florida, at 1:30 a.m.
- ✓June 25, NIST began a team of six scientists and engineers to collect firsthand information on the collapse.
- ✓June 30 decided full technical investigation of the collapse by National Construction Safety Team (NCST) Act
- ✓NCST's work will not interfere with the ongoing search-and-rescue operation at the scene of the collapse.
- ✓NCST's role is not to determine any culpability.
- ✓NCST investigation is to determine the technical diagnose and cause of the collapse and, learning from that, to recommend changes to building codes, standards and practices, and appropriate actions to improve the structural safety of buildings.

81



NIST View as a Web Page

NEWS

NIST Provides Update on Investigation Into the Collapse of Champlain Towers South

Today, in a meeting of the National Construction Safety Team (NCST) Advisory Committee, investigators from the National Institute of Standards and Technology (NIST) shared details of their investigation into the partial collapse of the Champlain Towers South building in Surfside, Florida. They highlighted preliminary evaluations of the data collected on site conditions and additional deviations from design in the construction of the buildings pool deck.

Shortly after the June 24, 2021, partial collapse of the Champlain Towers South building, NIST established a team to conduct a technical investigation into its cause. The NCST Act authorizes NIST to investigate building failures and recommend changes to building codes, standards and practices, with the goal of improving building safety nationwide. NISTs role under the act does not include determining whether there was a criminal act or violation, and NIST does not determine any associated culpability.

Resumo 07.09.2023:
- ✓ **Fundação → OK**
- ✓ **Cavernas não existiu**
- ✓ **Concreto → OK**
- ✓ **Aço → OK**
- ✓ **Armadura da laje de recreação deficiente**
- ✓ **Modelo Estrutural Completo → sendo finalizado**

Promessa:
Final → junho 2024
Recomendações → junho 2025

82

Inspeções e Amostragem

recolheram para análise em laboratório cerca de 200 elementos construtivos

83

Segunda Lição

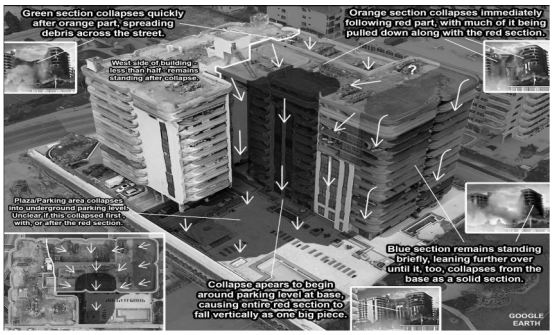
- ✓ Transparência → criar um portal de acesso público com todas as informações e fotos
- ✓ Valorizar a pesquisa tecnocientífica, junto com a polícia e bombeiros, desde o primeiro dia
- ✓ Nomear uma equipe multidisciplinar responsável, com poder e autonomía *("Comitê de Crise do Buraco")*

"públicas e privadas"

84

Sobre a sequência do colapso há consenso:

1. laje de recreação
2. 1ª parte da torre
3. 2ª parte da mesma torre
4. 3ª parte da mesma torre
5. parte lateral da torre



85

...então qual a dúvida?

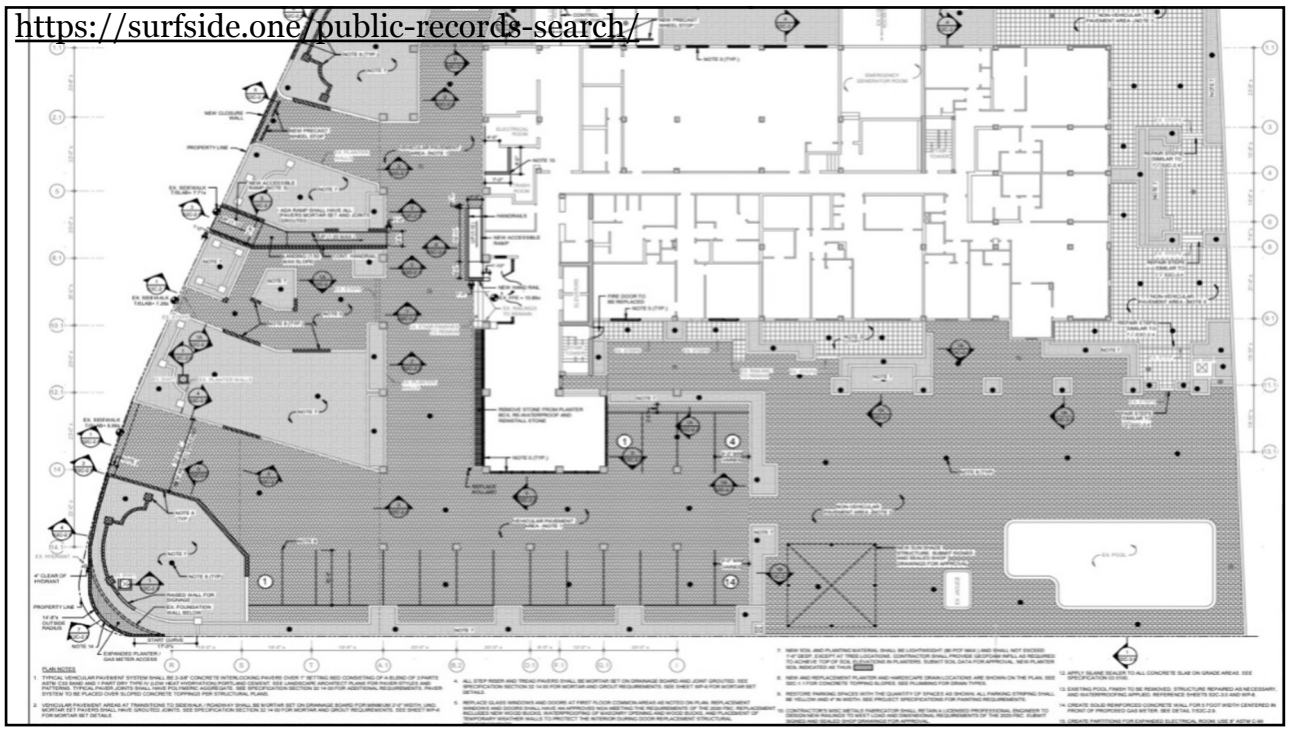
Qual foi o gatilho?

Porquê uma parte se propagou à outra?

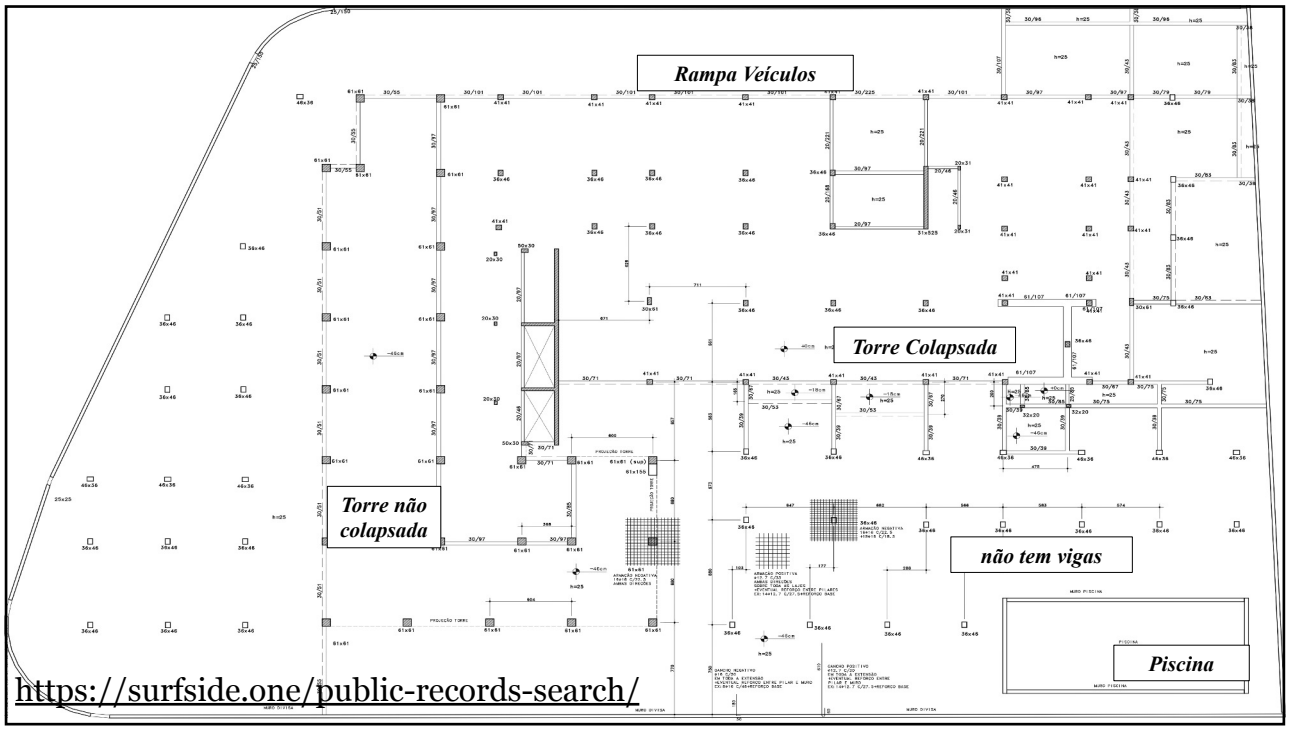
Porquê depois de 40 anos?

86

https://surfside.one/public-records-search/

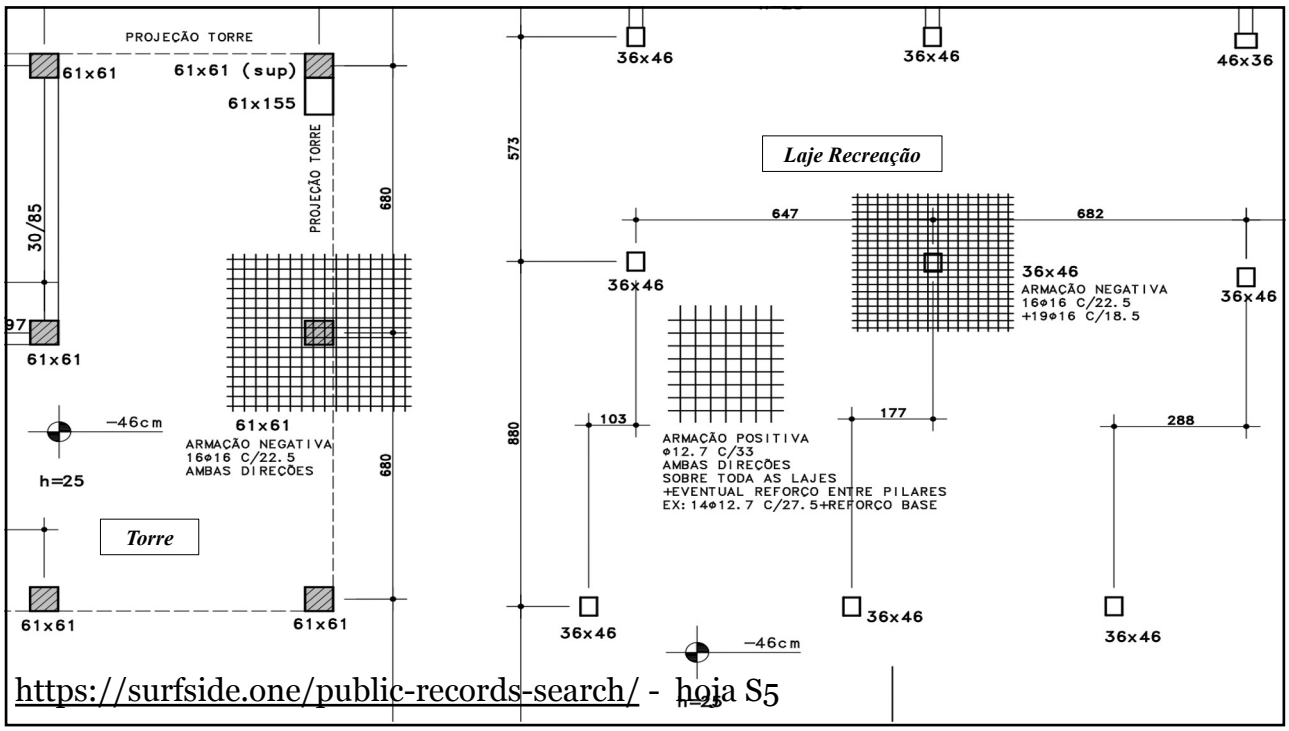


87



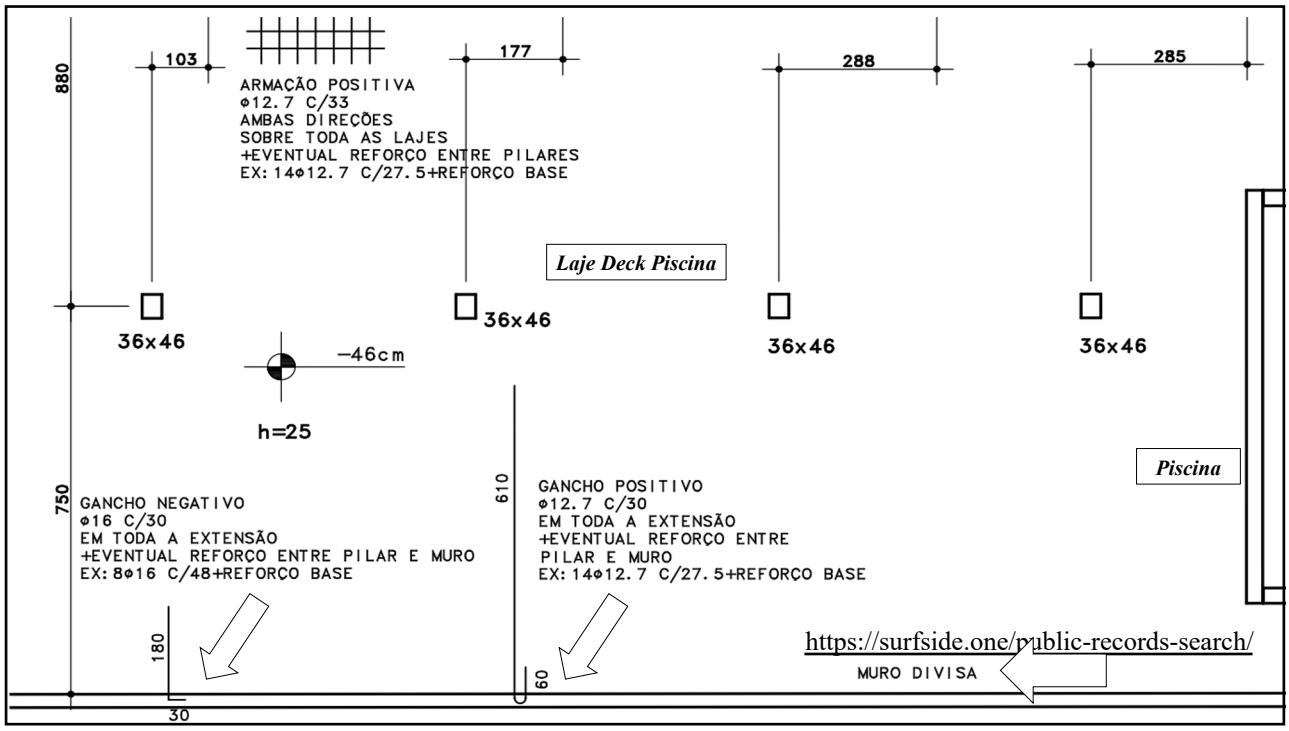
https://surfside.one/public-records-search/

88



https://surfside.one/public-records-search/ - hoja S5

89

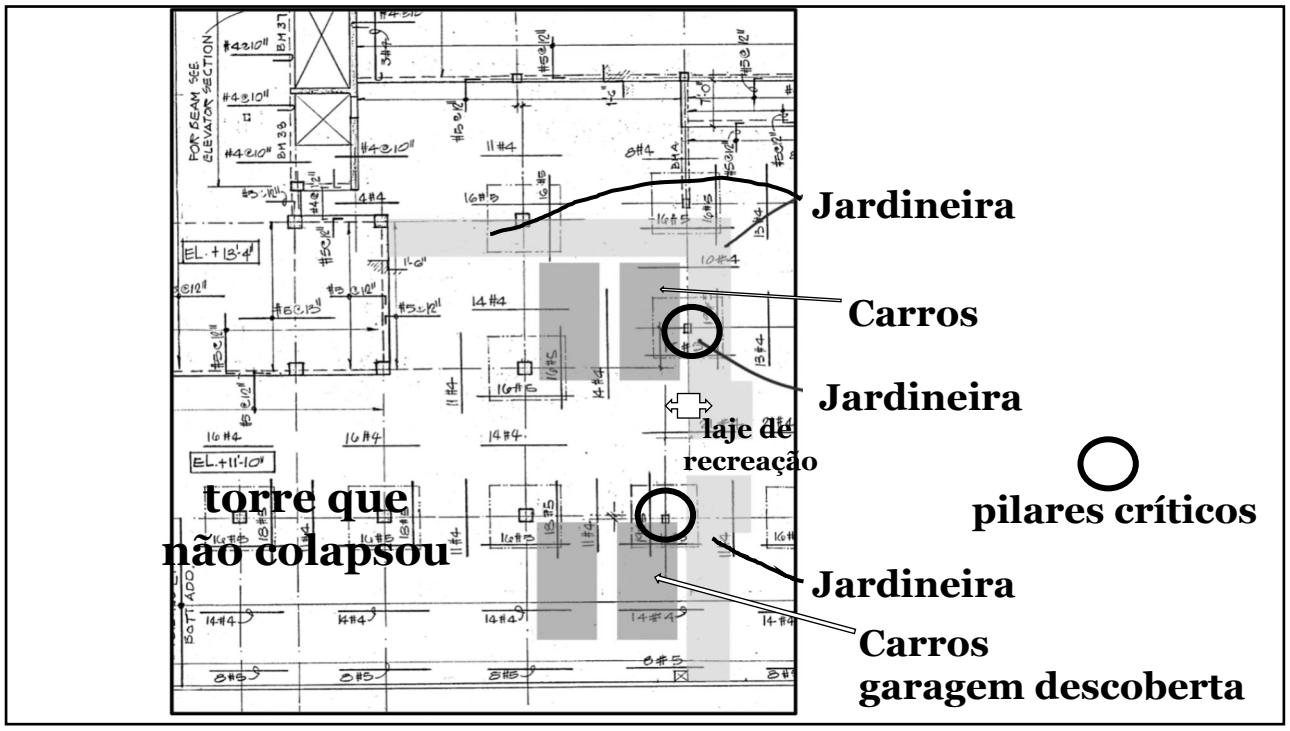


https://surfside.one/public-records-search/

90

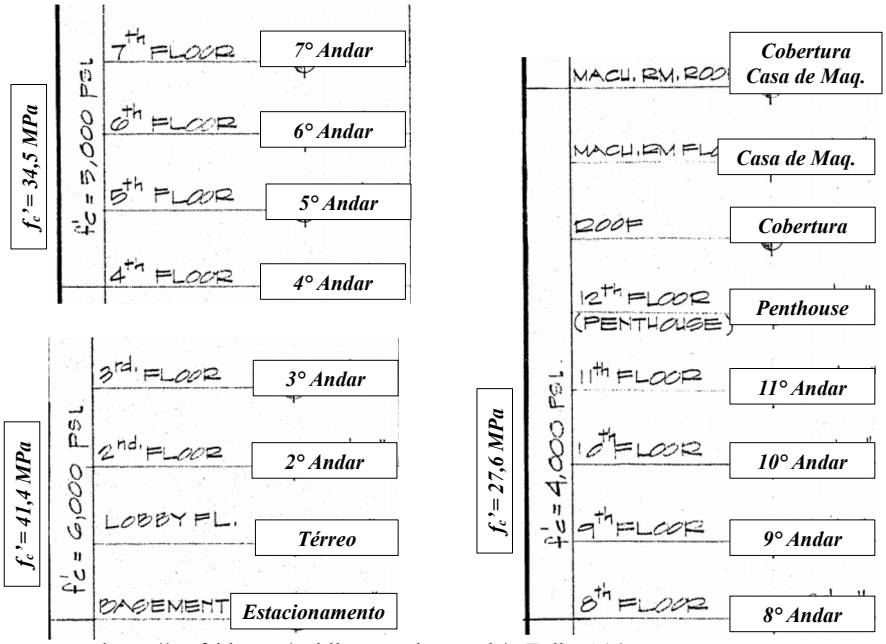
Pilares Críticos

91


Jardineira
Carros
Jardineira
laje de recreação
pilares críticos
torre que não colapsou
Jardineira
Carros
garagem descoberta

92

f_c' pilares no decorrer dos pavimentos



https://surfside.one/public-records-search/ - Folha S14

93

- ✓ Concreto pilares da garagem até o terceiro andar: 6.000psi (41,4 MPa)
- ✓ Concreto lajes até o 8 andar: 4.000psi (27,6 MPa)
- ✓ Armadura pilar 61x61cm : 12Ø32 → As=98,28cm² →ρ=2,64%
- ✓ Armadura pilar 41x41 cm : 8Ø36 → As=80,48cm² →ρ=4,79%
- ✓ Armadura pilar 36x46 cm: 10Ø32→As=81,9cm² →ρ=4,95%
- ✓ Espessura lajes: 25cm (térreo), 20cm (tipo)
- ✓ Armadura inferior lajes: Ø12,7 C/30cm→ ρ=0,17% (térreo), 0,19% (tipo)
- ✓ Não foi encontrado em projeto detalhe de armadura de punção

https://surfside.one/public-records-search/ - Folhas S14 e S6

94

Pilares

https://www.nist.gov/disaster-failure-studies/champlain-towers-south-collapse/news-and-updates-

95

Pilares

https://www.nist.gov/disaster-failure-studies/champlain-towers-south-collapse/news-and-updates-

96

Pilares

https://www.nist.gov/disaster-failure-studies/champlain-towers-south-collapse/news-and-updates-

97

Lajes

https://www.nist.gov/disaster-failure-studies/champlain-towers-south-collapse/news-and-updates-

98

Lajes

https://www.nist.gov/disaster-failure-studies/champlain-towers-south-collapse/news-and-updates-

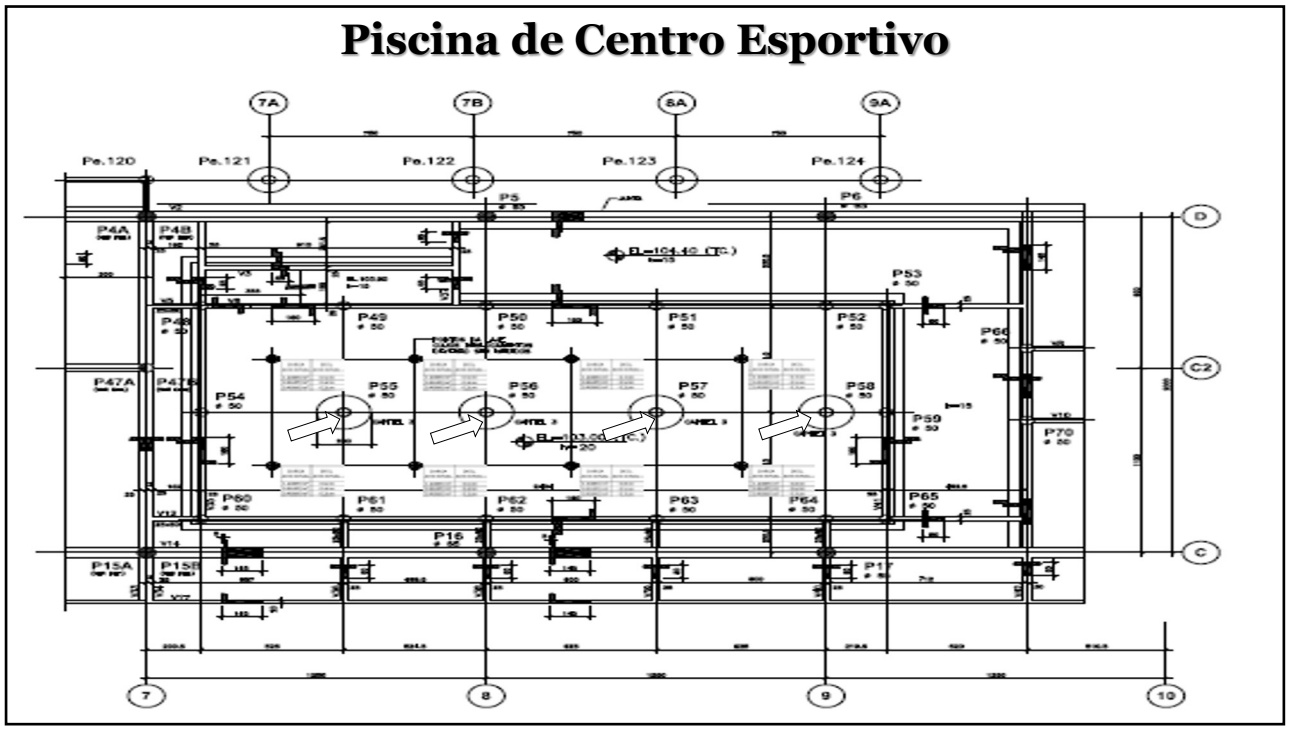
99

Punção
ilustração

100

101

Piscina de Centro Esportivo



102

103

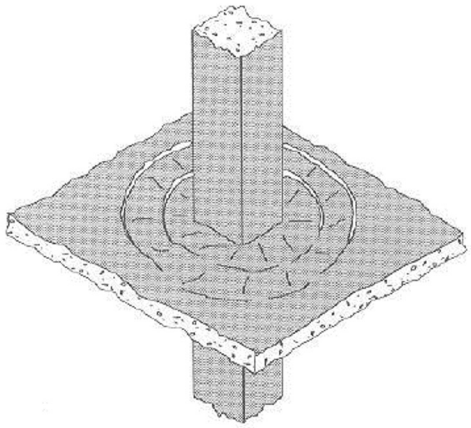
104

105

106

Punção

Manifestação Típica



107

MENU | G1 ESPÍRITO SANTO rvgazeta

19/07/2016 09h49 - Atualizado em 19/07/2016 19h32

Área de lazer em condomínio de luxo desaba e porteiro é achado morto

Drone mostra o estrago no Grand Parc, na Enseada do Suá, em Vitória. Suspeita é de vazamento de gás, segundo Corpo de Bombeiros.

Viviane Machado e Victoria Varejão
Do G1 ES

FACEBOOK

As torres do condomínio de luxo Grand Parc Residencial Resort, na Enseada do Suá, em Vitória, foram esvaziadas após toda a **área de lazer desabar, na manhã desta terça-feira (19)**. Quatro pessoas ficaram feridas e **um porteiro ficou desaparecido até as 17h.** Ele **foi encontrado morto**. O desabamento aconteceu por volta de 3h.

http://g1.globo.com/espirito-santo/noticia/2016/07/torres-de-condominio-de-luxo-no-es-sao-evacuadas-apos-desabamento.html

Exemplo de acidente com punção mas, com robustez que evitou uma tragédia

108

http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2016/07/1793137-bombeiros-buscam-desaparecido-apos-desabamento-em-predio-no-es-diz-tv.shtml

109

http://g1.globo.com/espirito-santo/noticia/2016/07/desabamento-em-condominio-fere-3-e-deixa-desaparecido-em-vitoria-es.html

110

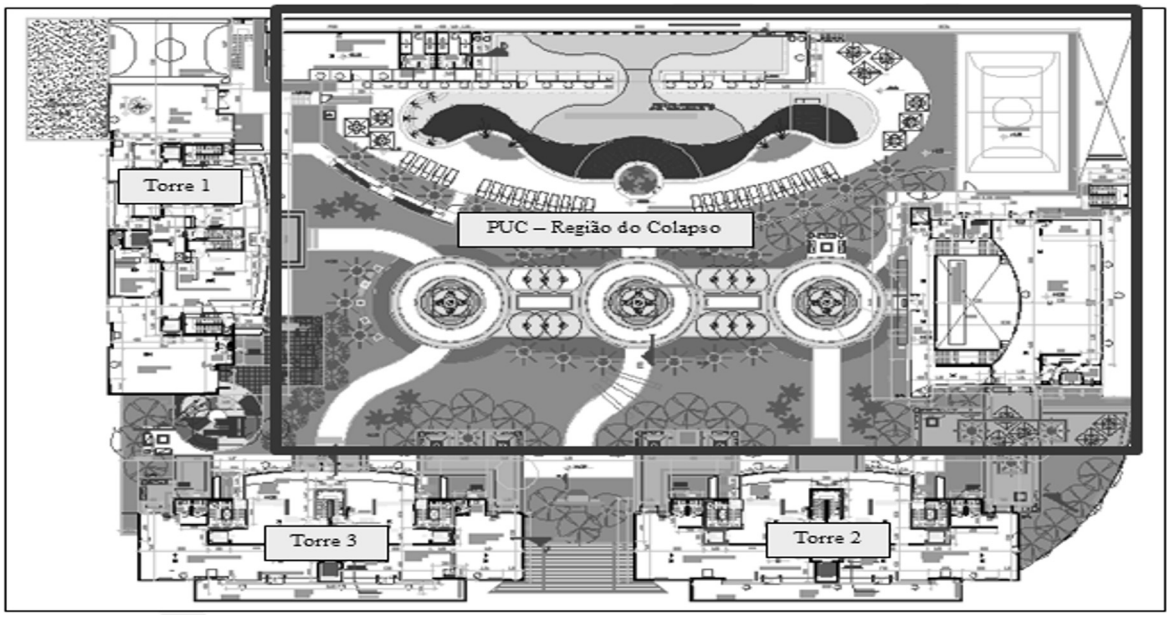
19-07-2016 01:42:21
CUIDADO COM NOSSAS CRIANÇAS
CAM25
19-07-2016 01:56:49
CUIDADO COM NOSSAS CRIANÇAS
CAM25
19-07-2016 02:57:41
CUIDADO COM NOSSAS CRIANÇAS
CAM25
19-07-2016 03:02:00
CUIDADO COM NOSSAS CRIANÇAS
CAM25

111

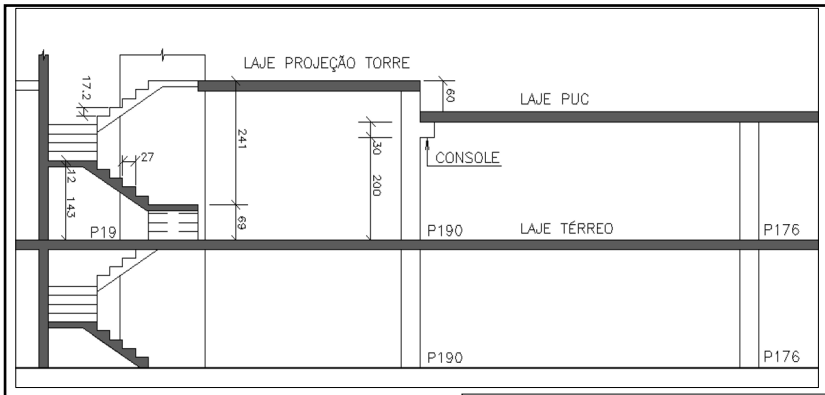
19-07-2016 01:00:04
19-07-2016 03:00:08

112

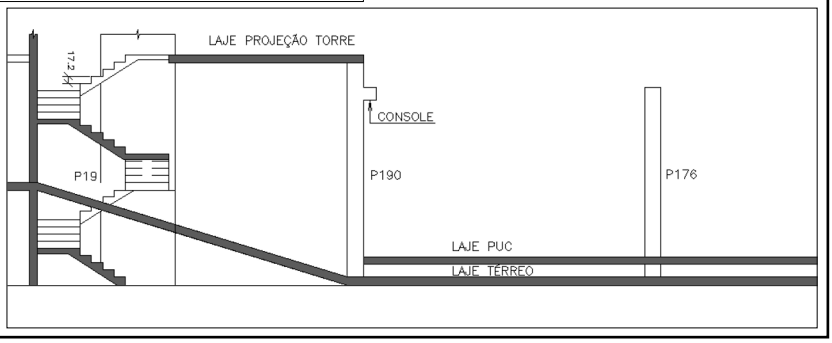
- **19.07.2016 (03 h)**
- **6 anos de idade**



113



antes do colapso



após colapso

114

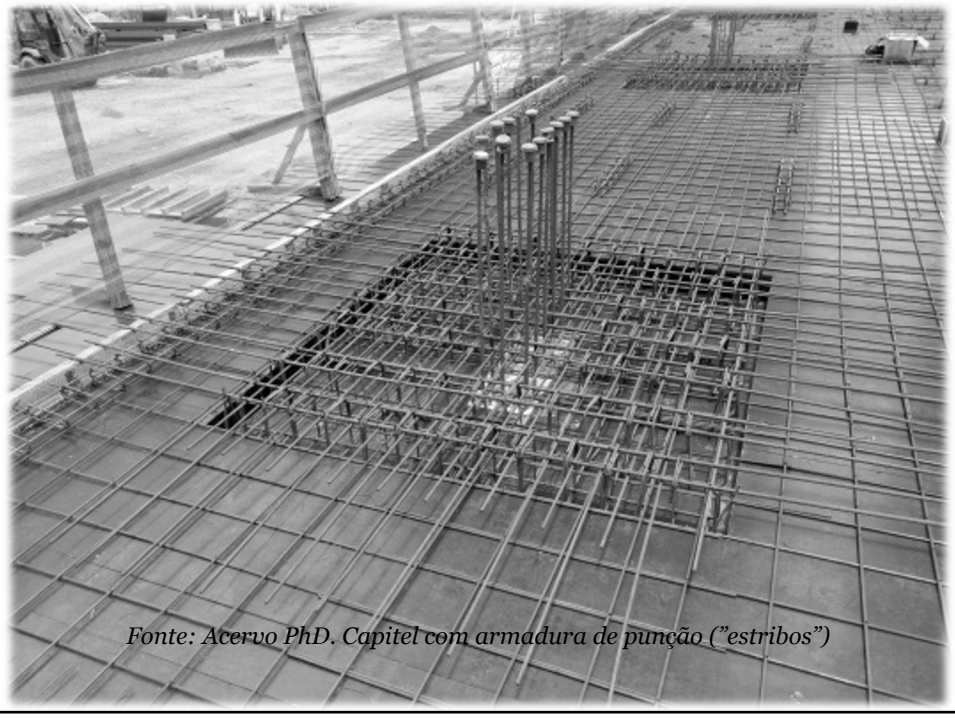
115

116

117

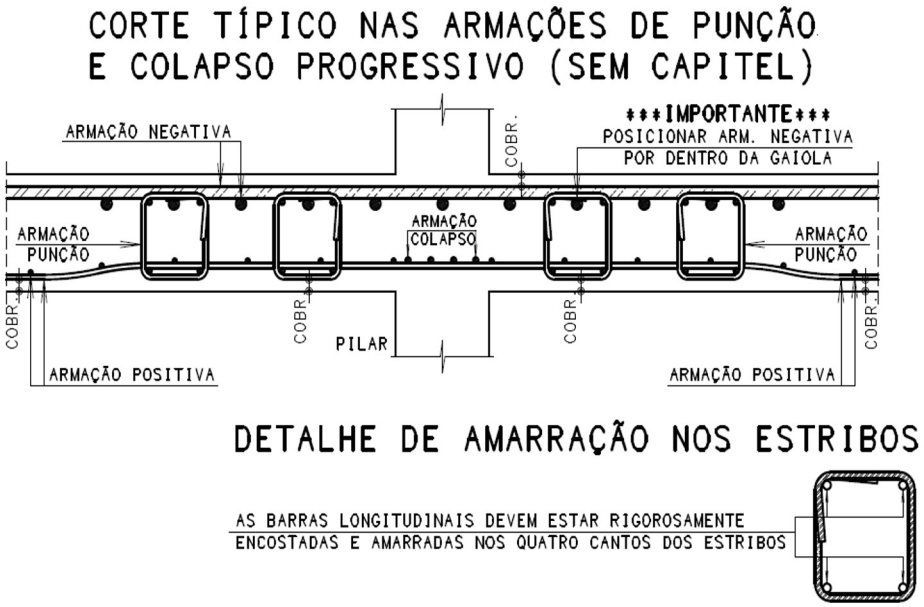
118

119



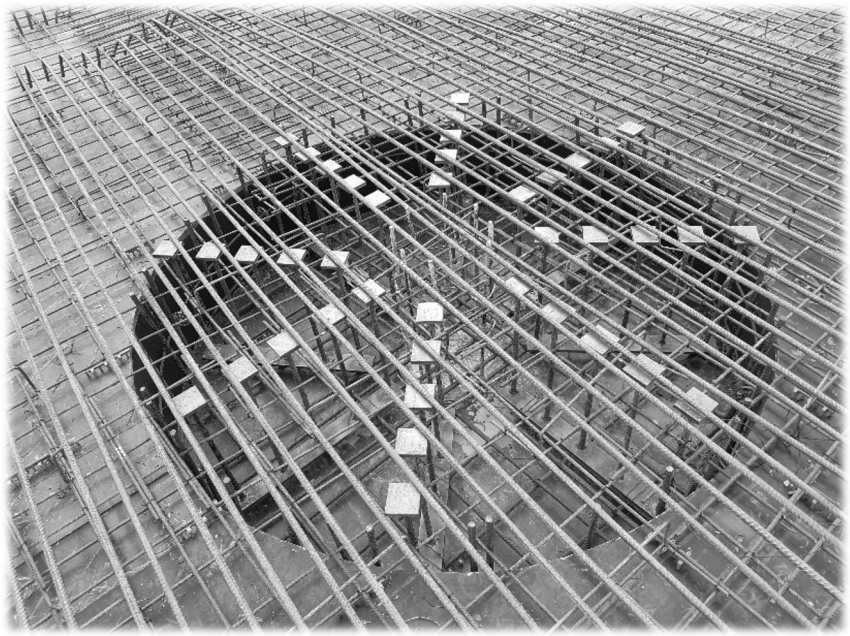
Fonte: Acervo PhD. Capitel com armadura de punção (”estribos”)

120



Fonte: Ricardo França & Associados

121



Fonte: Acervo PhD. Capitel com armadura de punção ("studs").

122

“Falsas” hipóteses do “Gatilho”

1. Corrosão das armaduras dos pilares
2. Estrutura com lajes planas sem vigas
3. Efeitos ambientais de sumidouros
4. Corrosão de armadura da laje perto piscina

123

October 8, 2018
Re: *Champlain Towers South Condominium*
Structural Field Survey Report
MC Job# 18217
Page 8

O Relatório estrutural de Morabito, 2018, demonstra que a corrosão das armaduras nos pilares era inicial e jamais suficiente para justificar um colapso

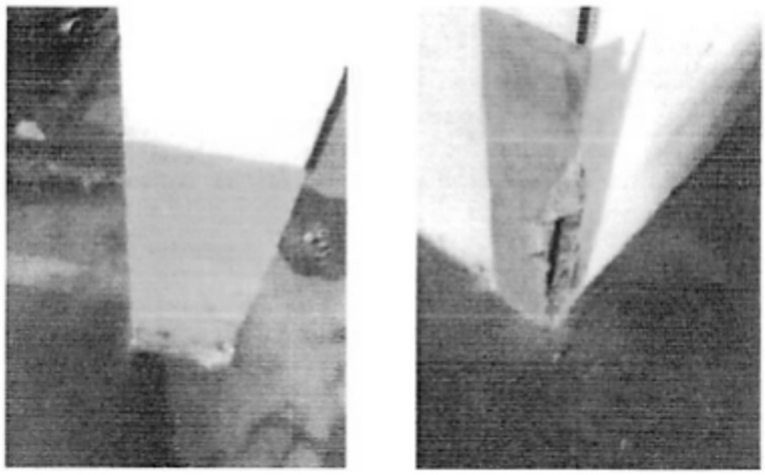
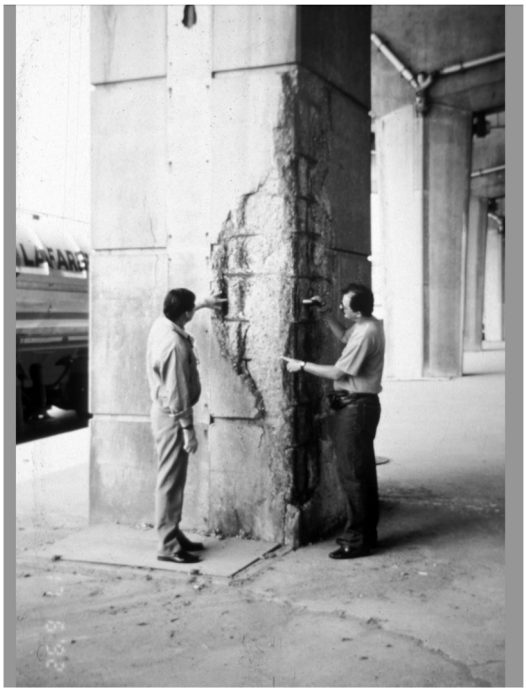
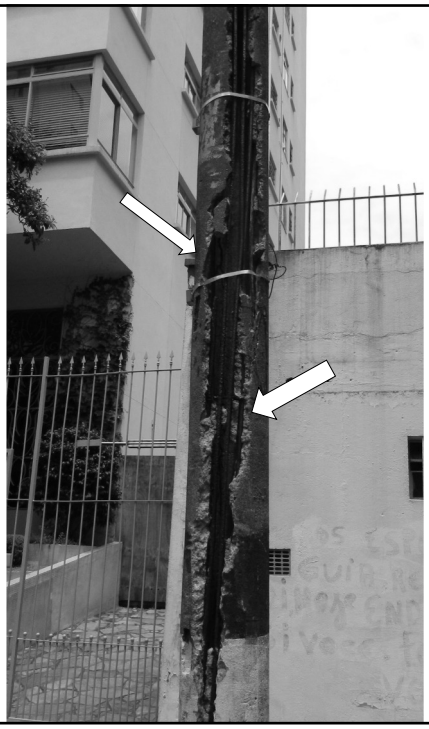


Figure J1: Typical cracking and spalling at parking garage columns

124



125



126

Falsas hipóteses do “Gatilho”

1. Corrosão das armaduras dos pilares → Negativo
2. Estrutura com lajes planas sem vigas → Negativo
3. Efeitos ambientais de sumidouros
4. Corrosão de armadura da laje perto piscina

127

128

Falsas hipóteses do “Gatilho”

1. Corrosão das armaduras dos pilares → Negativo
2. Estrutura com lajes planas sem vigas → Negativo
3. Efeitos ambientais de sumidouros → Negativo
4. Corrosão de armadura da laje perto piscina

129

130

131

Hipóteses FALSAS do “Gatilho”

1. Corrosão das armaduras dos pilares → Negativo
2. Estrutura com lajes planas sem vigas → Negativo
3. Efeitos ambientais de sumidouros → Negativo
4. Corrosão de armadura da laje perto piscina → Negativo

132

Terceira Lição

✓ Manter visão crítica das noticias na mídia por mais que pareçam verdadeiras

133

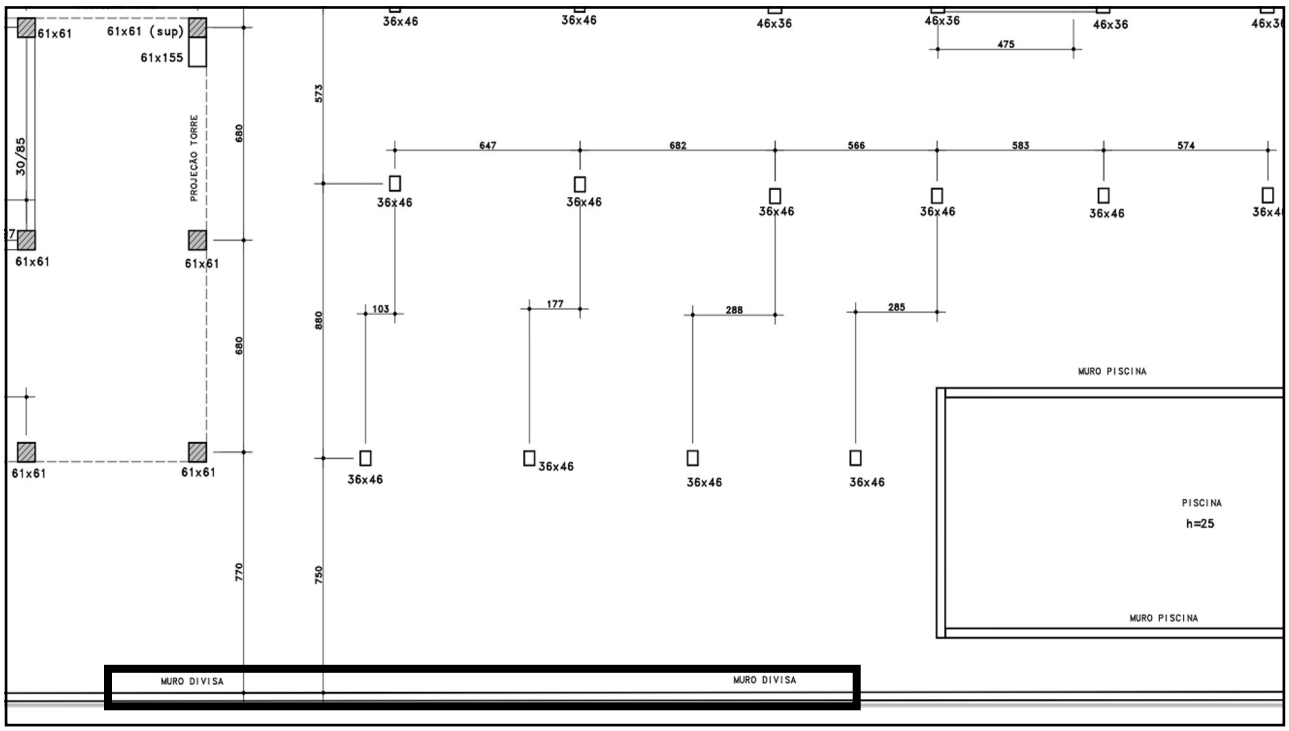
“Verdadeiras” hipóteses do “Gatilho”

→Fissura + corrosão → muro de divisa

→Punção + corrosão → laje recreação

→Recalque diferencial → punção laje

134

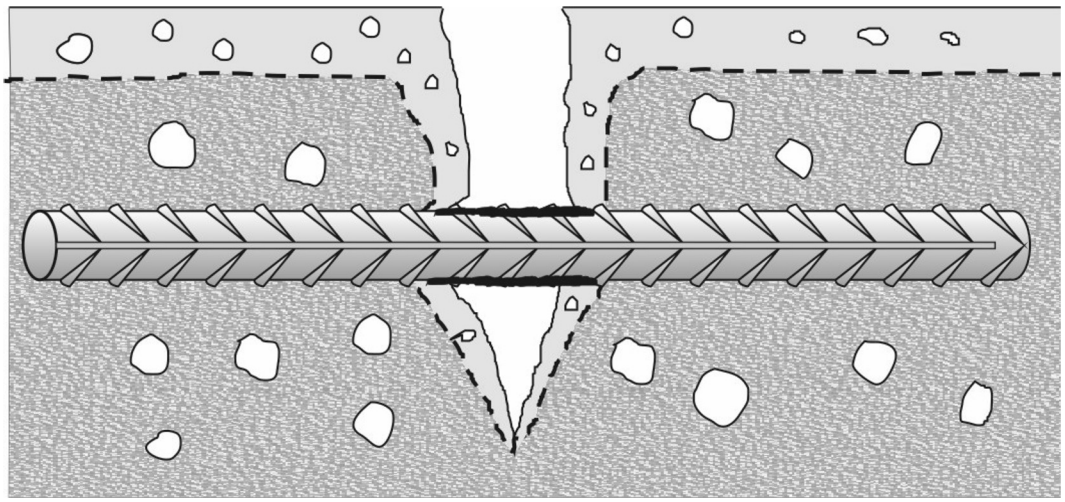

61x61
61x61 (sup)
61x155
PROJECÇÃO TORRE
30/85
680
573
880
770
750
36x46
46x36
475
647
682
566
583
574
103
177
288
285
MURO PISCINA
PISCINA
h=25
MURO DIVISA

135

56 m
laje recreação
torre

136

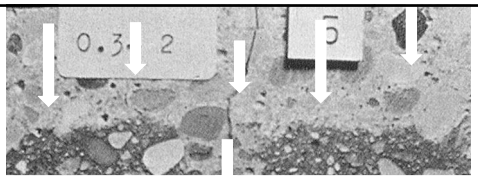
Fisuración bajo Carbonatación y/o Cloruro



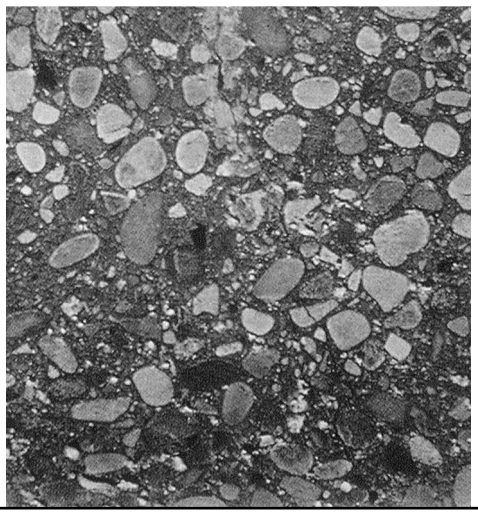
w_k ânodo pequeño vs cátodo enorme

137

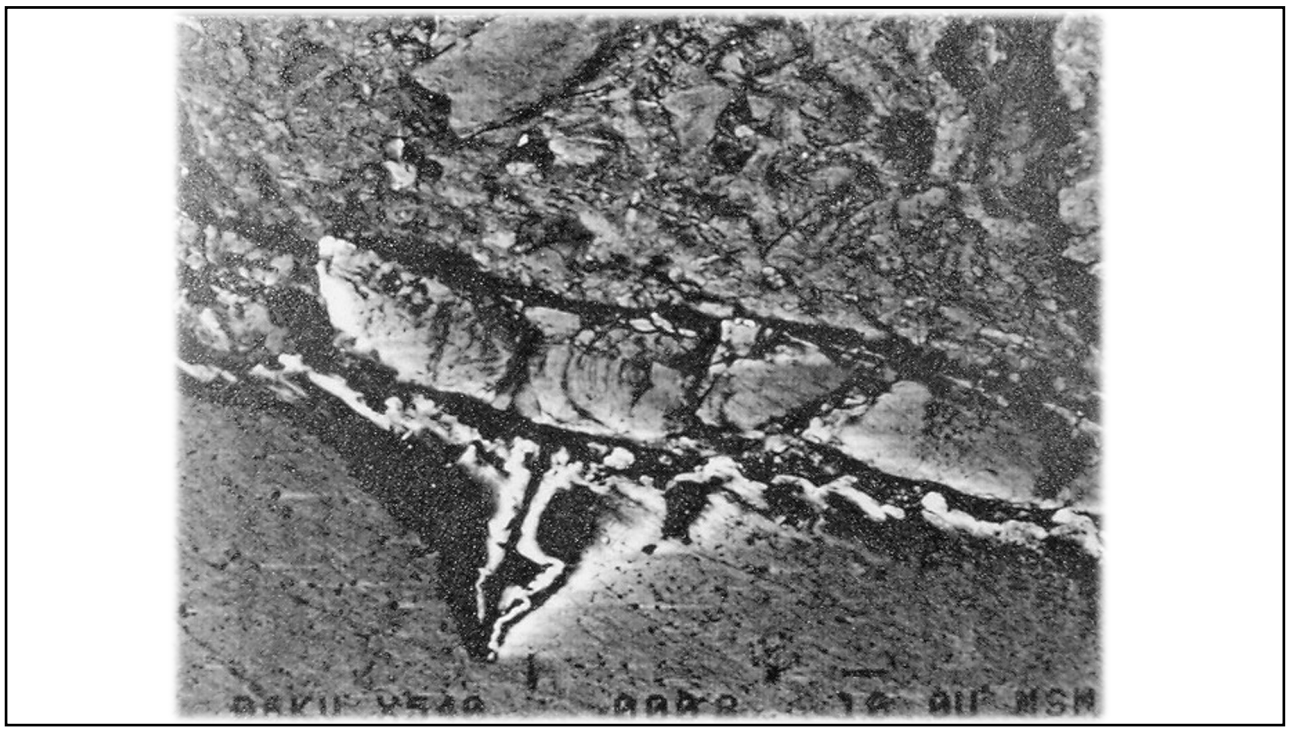
CO_2
Cl^-



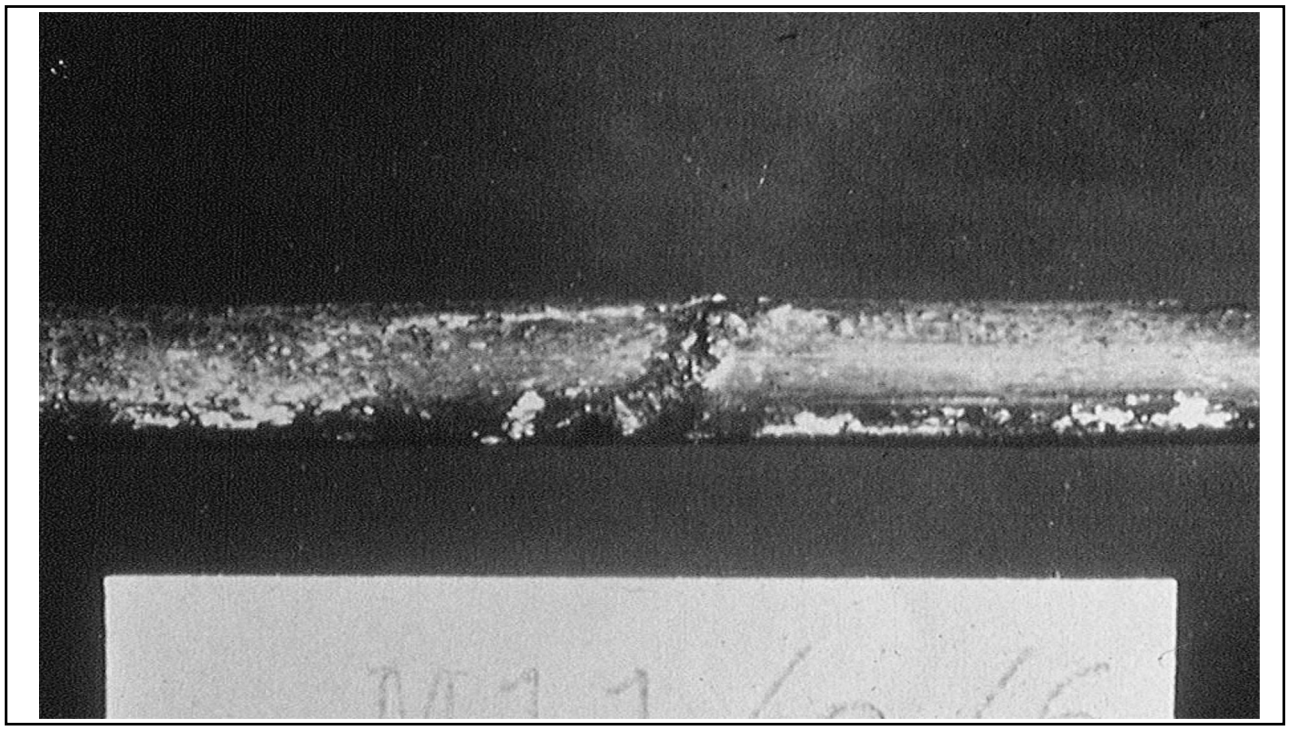
Cl^-
CO_2



138



139

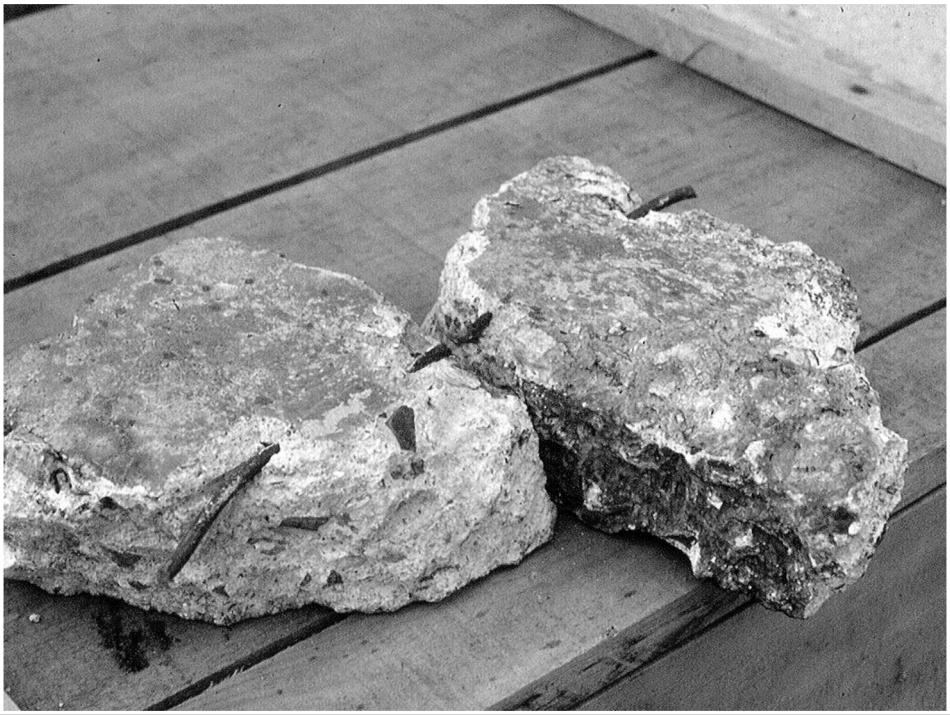


140

141

142

143



144

https://www.enr.com/articles/52001-engineers-piece-together-champlain-towers-probable-collapse-sequence

145

https://www.enr.com/articles/52001-engineers-piece-together-champlain-towers-probable-collapse-sequence

146

TWITTER/@SENPIZZO
CAT
CAT
https://www.eng-tips.com/viewthread.cfm?qid=484915

147

gettyimages
GIORGIO VIERA
https://www.gettyimages.com.br/fotos/viera-fl?assettype=image&phrase=viera%20fl&sort=mostpopular&license=rf%2Crm

148

https://www.gettyimages.com.br/fotos/viera-fl?assettype=image&phrase=viera%20fl&sort=mostpopular&license=rf%2Crm

149

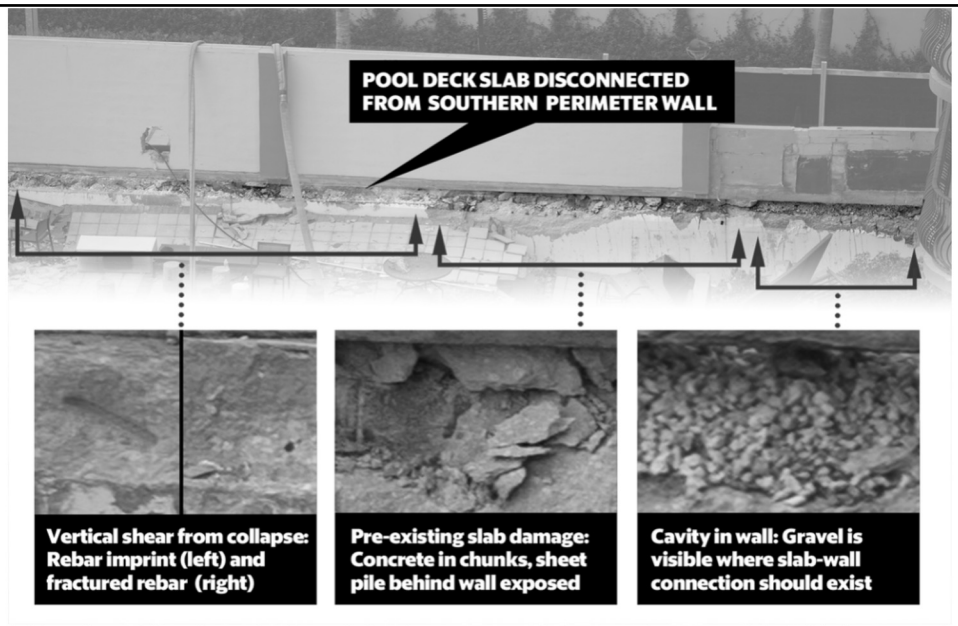
Thursday
April 21, 2022

MIAMI
HERALD

A photo of the Champlain Towers South pool deck shows the slab disconnected from the southern wall during the June 24 collapse. Damage in the failure plain is not uniform, indicating pre-existing damage to portions of the slab at the connection, according to engineer Dawn Lehman. Robert Lisman

https://www.miamiherald.com/news/special-reports/surfside-investigation/article260418037.html

150



A July 1 photo of the collapse site shows distinct damage patterns in the area where the pool deck slab disconnected from the southern perimeter wall. *EDUARDO ALVAREZ AND SARAH BLASKEY*

Thursday
April 21, 2022

MIAMI HERALD

https://www.miamiherald.com/news/special-reports/surfside-investigation/article260418037.html

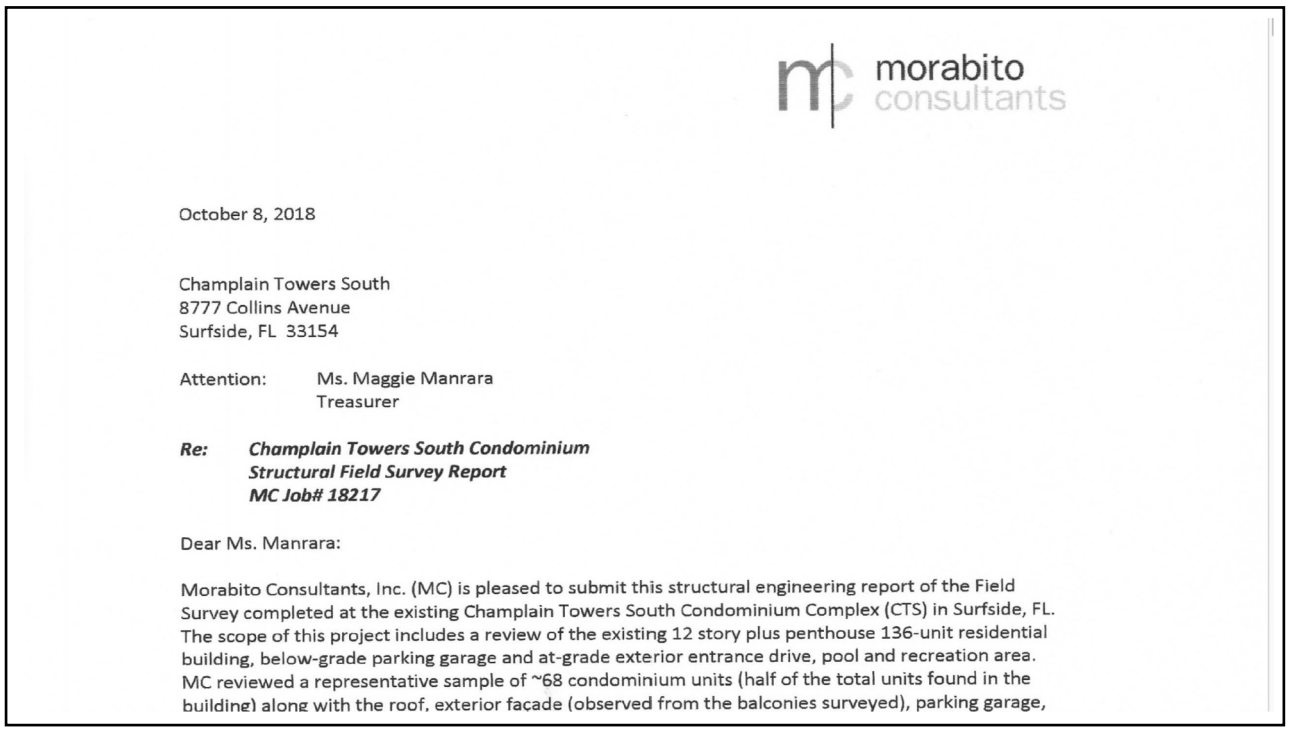
151

56 m

laje recreação

torre

152



morabito consultants

October 8, 2018

Champlain Towers South
8777 Collins Avenue
Surfside, FL 33154

Attention: Ms. Maggie Manrara
Treasurer

Re: ***Champlain Towers South Condominium***
Structural Field Survey Report
MC Job# 18217

Dear Ms. Manrara:

Morabito Consultants, Inc. (MC) is pleased to submit this structural engineering report of the Field Survey completed at the existing Champlain Towers South Condominium Complex (CTS) in Surfside, FL. The scope of this project includes a review of the existing 12 story plus penthouse 136-unit residential building, below-grade parking garage and at-grade exterior entrance drive, pool and recreation area. MC reviewed a representative sample of ~68 condominium units (half of the total units found in the building) along with the roof, exterior facade (observed from the balconies surveyed), parking garage,

153

https://www.townofsurfsidefl.gov/docs/default-source/default-document-library/town-clerk-documents/champlain-towers-south-public-records/8777-collins-ave---structural-field-survey-report.pdf?sfvrsn=882a1194_2

" The Pool Deck and Entrance Drive areas were reviewed ....

...

Many of the existing pavers on the pool deck are cracked

...

The joint sealant was observed to be beyond its useful life and are in need to complete replacement

...

The failed waterproofing is causing major structural damage to the concrete structural slab below these areas "

154

- ❖Pacometría – posição das armaduras
- ❖Esclerometria - dureza superficial
- ❖Ultrasom – ninhos de concretagem
- ❖Testemunhos - f'_c e modulo do concreto
- ❖Cobrimento
- ❖Espessura de carbonatação
- ❖Presença e perfil de cloreto
- ❖Geometria de fissuras
- ❖**Identificação de áreas problemáticas**

155

Quarta Lição

- ✓ É fundamental proceder a uma inspeção correta e detalhada, realizada por profissionais experientes e certificados que saibam identificar os pontos críticos da estrutura que está sendo inspecionada

"...tudo o que diz a Red DURAR, a ALCONPAT, os CTs do IBRACON, ABNT, IBAPE,... anamenese, ensaios, conhecimento do projeto estrutural, cloretos, prospecção..."

156

“Verdaderas” hipóteses do “Gatilho”

→Fissura com corrosão no muro de divisa OK

→Punção + corrosão

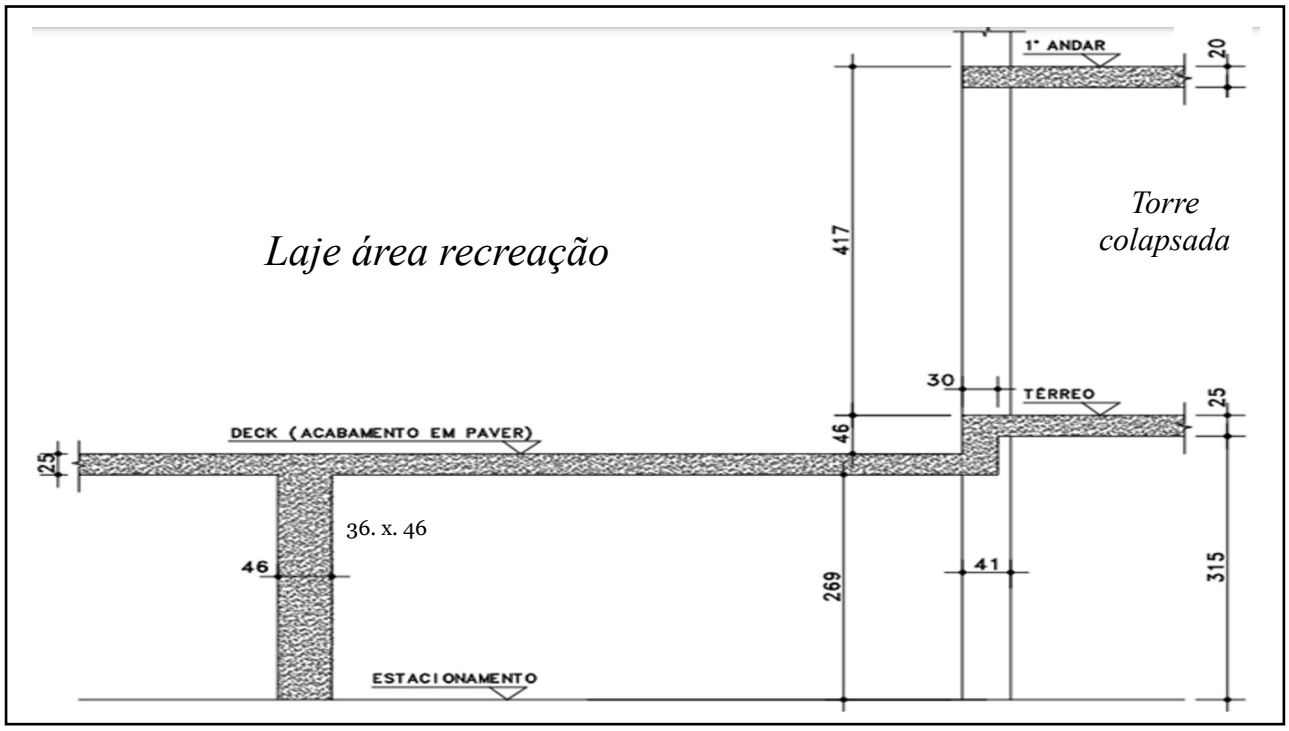
→Recalque diferencial

157

158

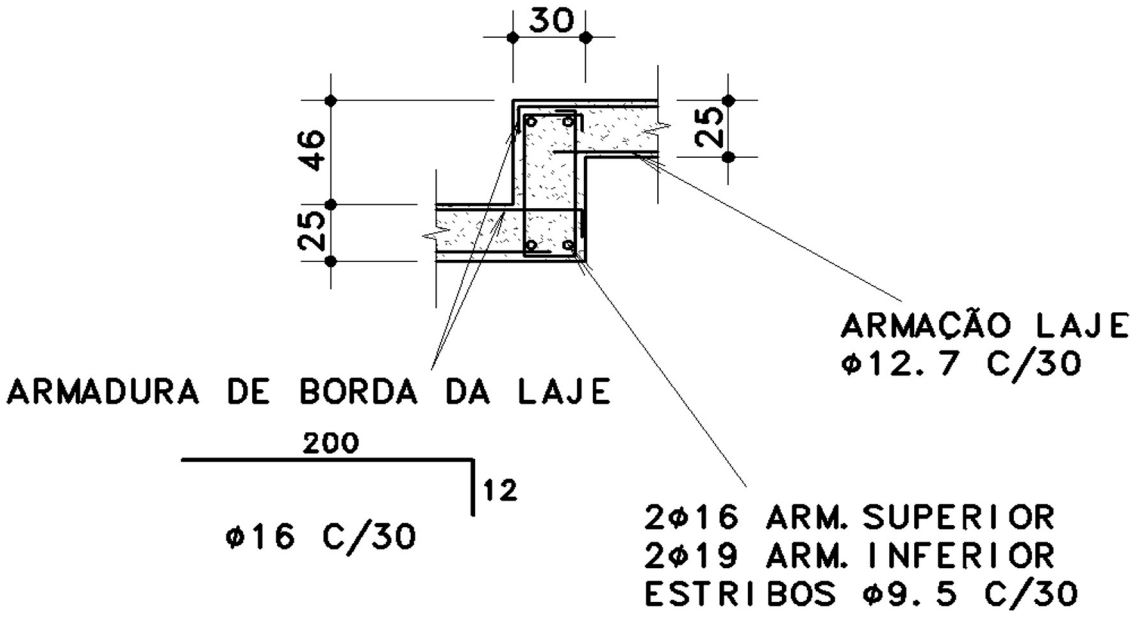
© 2021 Google
Data das imagens: 3/2015 25°52'22.42"N 80°07'16.36"O elev 7 m

159


1° ANDAR
20
Laje área recreação
417
Torre
colapsada
30
TÉRREO
25
DECK (ACABAMENTO EM PAVER)
25
46
36. x. 46
46
269
41
315
ESTACIONAMENTO

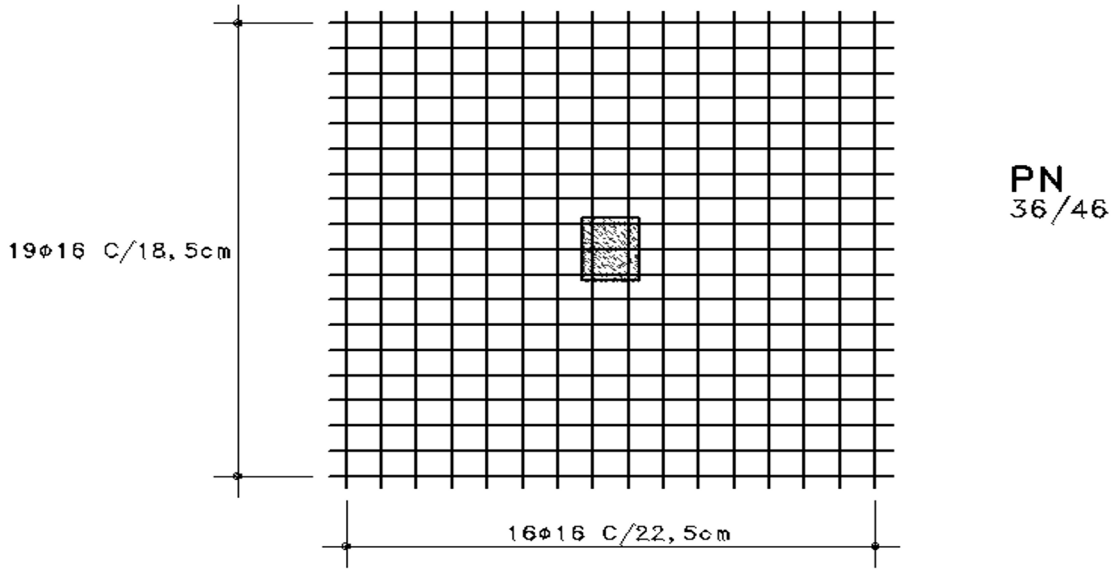
160

ARMADURA LAJE RECREAÇÃO com TÉRREO



161

Armadura SUPERIOR pilares 36x46 cm
Laje área lazer, plana, sem capitel



162

Laje Recreação/Estacionamento → Punção

$e_{nominal}$ = 25 cm → altura útil → d = 22 cm

Carga peso próprio = 625 kgf/m²

Carga permanente= 325 kgf/m² Total : 1.200 kgf/m²

Carga acidental= 250 kgf/m²

"área de influencia" ou modelo

Carga no pilar = 50.000 kgf (50tf)

Nota: não foi considerado efeito de momento na cabeça do pilar, nem flexão, portanto uma verificação aproximada da realidade

163

Laje Recreação/Estacionamento → Punção

$f_{ck,laje}$ = 27,6 MPa (N/mm²)

$f_{ck,pilar}$ = 41,4 MPa (N/mm²)

Armadura em x = ϕ16 cada 15,3cm ρx = 0,60%

Armadura em y = ϕ16 cada 17,5cm ρy = 0,52%

$\rho = \sqrt{\rho x * \rho y}$

Taxa de Armadura = 0,0056 = 0,56%

164

Laje Recreação/Estacionamento → Punção
resumo

$f_{ck,laje}$ = 27,6 MPa (N/mm²)

$f_{ck,pilar}$ = 41,4 MPa (N/mm²)

Taxa armadura = ρ =0,0056 = 0,56%

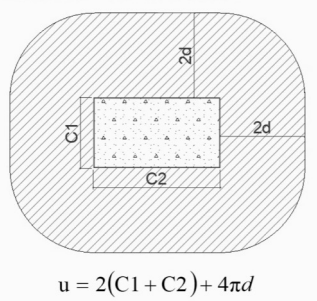
Normal solicitante → F_{sd} = 500* γ_f (kN)

Perímetro crítico → μ = 440 cm

Altura útil d = 22 cm

C1 = 36 cm C2 = 46 cm

Contorno C'



165

apartado 20.12

"Punzonamiento"

pág. 418 a 422

Hormigón Armado
14º Edición
Refere-se a EHE
Publicada em 2000

Pedro Jiménez Montoya
Álvaro García Meseguer
Francisco Morán Cabre

166

EHE 2000 → Punção

$$\tau_{Rd} = 0{,}12 * (1 + \sqrt{\frac{200}{d}}) * \sqrt[3]{(100 * \rho * f_{ck})}$$

$$\tau_{sd} = \frac{\beta * Fsd}{\mu * d}$$

167

Norma Espanhola EHE 2000→ Punção

$$\tau_{Rd} = 0{,}12 * \left(1 + \sqrt{200/220}\right) * (100 * 0{,}0056 * 27{,}6)^{1/3} = \mathbf{0{,}58\ MPa}$$

$$\tau_{Rd} = 0{,}12 * \left(1 + \sqrt{200/220}\right) * (100 * 0{,}0056 * 41{,}4)^{1/3} = \mathbf{0{,}63\ MPa}$$

$$\tau_{Sd} = \frac{\beta * F_{Sd}}{u * d} = \frac{1{,}15 * 500kN * \gamma_f}{440cm * 22cm} = 0{,}59\ \text{MPa} * y_f$$

168

EHE 2000 → Punção

$$\tau_{Sd} < \tau_{Rd}$$

$$\tau_{Rd} = \mathbf{0,58 \text{ a } 0,63} \text{ MPa}$$

$$\tau_{Sd} = \mathbf{0{,}59} * \gamma_f$$

(1,5 ?!)

$$\gamma_f = \mathbf{0{,}98 \text{ a } 1{,}07}$$

169

NBR 6118:2014 Cálculo da Solicitante à Punção

Pilar interno, carregamento simétrico (sem efeito de momento)

$$\tau_{Rd} = 0{,}13 * \left(1 + \sqrt{20/d}\right) * (100 * \rho * f_{ck})^{1/3} =$$

$$= 0{,}13 * \left(1 + \sqrt{20/22}\right) * (100 * 0{,}56\% * 27{,}6)^{1/3} = 0{,}63 \text{ MPa}$$

41,4 → 0,72 MPa

$$\tau_{Sd} = \frac{F_{Sd}}{u \times d} = \frac{500kN * \gamma_f}{440cm * 22cm} = 0{,}52 \text{ MPa} * yf$$

(1,4 ?!)

$$\gamma_f = \mathbf{1{,}21 \text{ a } 1{,}38}$$

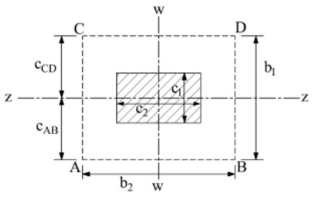
170

ACI 318:14 Punção

$\tau_{Rd} = 0{,}25 * \sqrt{f_{ck}}$

$\tau_{Rd} = 0{,}25 * \sqrt{27{,}6} = 1{,}31$ MPa

$\tau_{Rd} = 0{,}25 * \sqrt{41{,}4} = 1{,}60$ MPa



$$\tau_{sd} = \frac{F_{sd}}{u_1 \times d} + \frac{\gamma_v * M_{Sd} * b_1/2}{J_c}$$

$$\tau_{sd} = \frac{F_{sd}}{u_1 * d} = \frac{500kN * y_f}{252cm * 22cm} = 0{,}90 \text{ MPa} * y_f$$

171

ACI 318:14 Punção

$\tau_{Rd} = 1{,}31$ MPa

$\tau_{Rd} = 1{,}60$ MPa

$\tau_{Sd} = 0{,}90$ MPa $* y_f$

(1,5 ?!)

γ_f = 1,45 a 1,77

Obs.: ACI é muito diferente. Neste caso não passa a armadura de flexão, por exemplo.

172

fib Model Code:2010 Punção

$$F_{Rd} = k_\Psi * \frac{\sqrt{fck}}{\gamma_c} * b_0 * d$$

$$F_{Rd} = 0{,}214 * \frac{\sqrt{27{,}6}}{1{,}5} * 2100mm * 220mm = 347 \text{ kN}$$

$$F_{Rd} = 0{,}214 * \frac{\sqrt{41{,}4}}{1{,}5} * 2100mm * 220mm = 424 \text{ kN}$$

$$F_{Sd} = 500 \text{ kN} * y_f$$

173

fib Model Code:2010 Punção

$F_{Rd} = 347$ kN

$F_{Rd} = 424$ kN

$F_{Sd} = 500 * y_f$

(1,5 ?!)

γ_f = 0,69 a 0,85

Obs.: comparativo de esforços resistente versus solicitante.

174

ACI 318: $\gamma_f = 1{,}45$ **a** $1{,}77$

fib Model Code:2010: $\gamma_f = 0{,}69$ **a** $0{,}85$

Norma Espanhola EHE.2000: $\gamma_f = 0{,}98$ **a** $1{,}07$

NBR 6118:2014 → contorno C' $\gamma_f = 1{,}21$ **a** $1{,}38$

+retração + efeitos térmicos + recalque diferencial + corrosão

175

Quinta Lição

- ✓ As normas não são iguais, evite usar só um pedaço de uma misturado com outra
- ✓ É essencial proceder com uma revisão por pares do projeto estrutural antes de começar a construir, realizada por especialistas que saibam identificar os pontos críticos da estrutura.

" ...norma brasileira ABNT NBR 6118 prescreve ATP..."

176

“Verdadeiras” hipóteses do “Gatilho”

→Fissura + corrosão no muro de divisa - OK

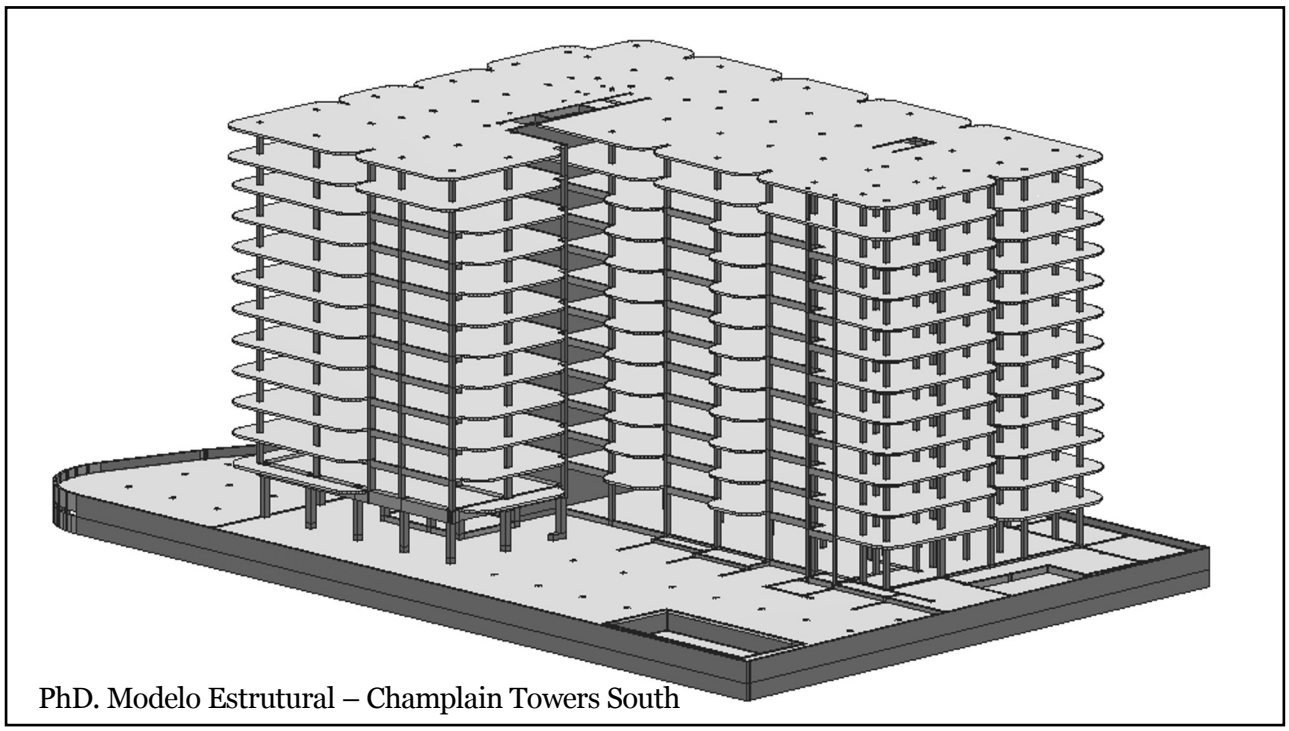
→Punção + corrosão - OK

→Recalque diferencial + corrosão

177

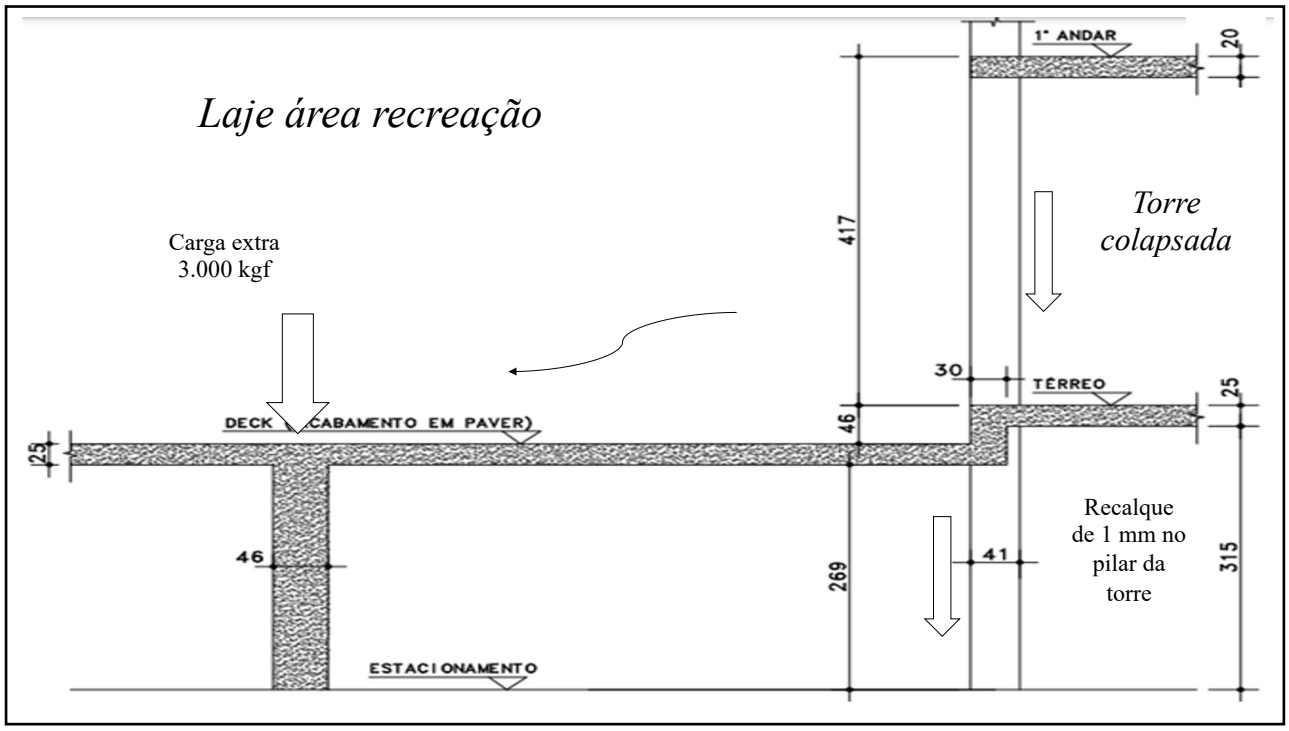
Laje recreação **torre**

178



PhD. Modelo Estrutural – Champlain Towers South

179



180

EHE 2000 Recalque Diferencial

γ_f = 0,69; 0,98; 1,21 e 1,45 = 1,09

Carga nos pilares = 50.000 kgf

Recalque 1 mm → carga extra ≈ 3.000 kgf

γ_f = 1,02

181

EHE 2000 Recalque Diferencial

γ_f = 0,69; 0,98; 1,21 e 1,45 = 1,09

Carga no Pilar = 50.000 kgf

Recalque 2 mm → carga extra ≈ 6.300 kgf

γ_F = 0,97

182

183

O que recomendar à Champlain Towers North ??

1. Proibir estacionar carro
2. Revisar projeto
3. Inspecionar fisuras (muro e cabeça pilar)
4. Promover junta dilatação (consoles)
5. Verificar conceito de robustez

184

Shoring is visible around at least 11 columns at Champlain Towers North, sister building to the Champlain Towers South condo that collapsed in June 2021.

185

Lições Aprendidas

- ❖ Transparência para a Sociedade e valorização da Engenharia
- ❖ ATP (análise técnica de projeto, revisão por pares)
- ❖ ATO (acompanhamento técnico de obra, supervisão e controle)
- ❖ ATU (acompanhamento técnico do uso, inspeção periódica)
- ❖ Obras de manutenção preventiva e corretiva – vida útil
- ❖ Cuidado com água e não menosprezar corrosão
- ❖ Escolher profissionais bem preparados (certificação, CV)

186

187