

POS:UTP
VOCÊ AINDA MELHOR

Patologia nas Obras Civis

Prof. Luis Cesar Siqueira de Luca
Prof. Cesar Henrique Sato Daher
Coordenadores

Curitiba, 30 de março de 2007



Instituto Brasileiro do Concreto
fundado 1972

IBRACON é uma associação de alcance nacional, considerada de utilidade Pública Federal e Estadual, sem fins lucrativos

Diretorias Regionais

www.ibracon.org.br

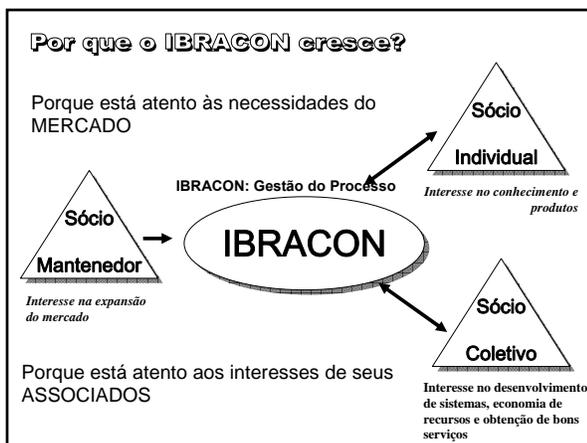


Sede:
Jardim Olímpia
São Paulo - SP

Representatividade dos Associados

Universidades	
Construtoras	
Empresas Públicas	
Laboratórios	
Pré-moldados	
Concessionárias	
Aditivos	
Fôrmas e escoramentos	
Centrais de Concreto	
Aço CA & CP	
Cimento	
Agregados	
Adições	
Serviços e projetos	
Equipamentos	
	individuais = 1.500
	coletivos = 27
	mantenedores = 55
	estrangeiros (127)

www.ibracon.org.br



Qual é o propósito de ser Sócio?

Fazer parte de uma comunidade de relacionamento, que participa ativamente da dinâmica do processo de geração e difusão do conhecimento do Concreto, através dos Comitês de P&D, Comitês Técnicos, Publicações, Cursos, Debates Técnicos, Concursos, Congressos e outros Eventos.

www.ibracon.org.br

Valores 2007

	ANUIDADES	Valores (R\$)
1	SÓCIO MANTENEDOR	R\$ 5.000,00
2	SÓCIO COLETIVO	R\$ 2.500,00
3	SÓCIO INDIVIDUAL	R\$ 200,00
4	SÓCIO ESTUDANTE PÓS GRADUAÇÃO	R\$ 100,00
5	SÓCIO ESTUDANTE GRADUAÇÃO	R\$ 50,00

SÓCIOS

CATEGORIA	ANO 2002	ANO 2003	ANO 2004	ANO 2005	ANO 2006
SÓCIOS MANTENEDORES	8	7	22	33	34
SÓCIOS COLETIVOS	44	39	11	30	30
SÓCIOS INDIVIDUAIS	560	670	1113	1350	1570
SÓCIOS ESTUDANTES PÓS-GRADUAÇÃO					85
SÓCIOS ESTUDANTES GRADUAÇÃO	85	184	277	305	225

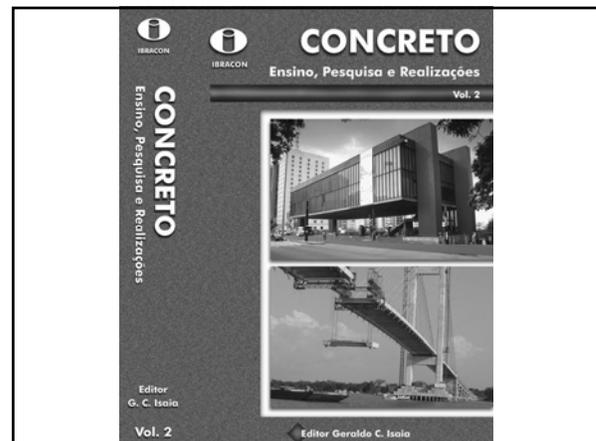
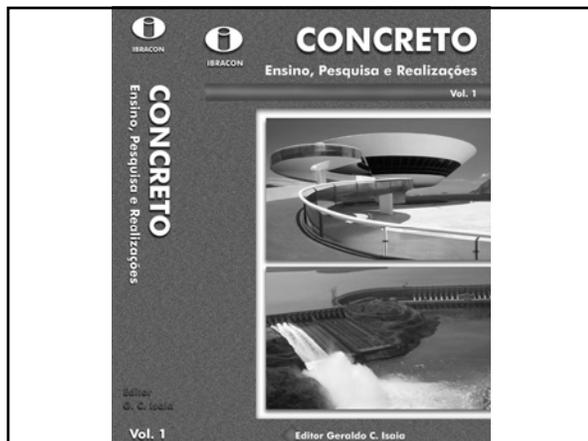
ENTIDADES PARCEIRAS

SIGLA	ENTIDADE	PAIS
ACI	AMERICAN CONCRETE INSTITUTE	EUA
CNCH	Comisión Nacional del Cemento y el Hormigón	CUBA
IMCYC	Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto	MEXICO
ASAAE	Associação Sul-Americana de Engenharia Estrutural	BRASIL
ALCONPAT	Asociación Latinoamericana de Control de Calidad Patología y Recuperación de la Construcción	PARAGUAI
IPCH	Instituto Paraguayo del Cemento y el Hormigón	PARAGUAI
	Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón	ARGENTINA
AIE	Asociación de Ingenieros Estructurales	ARGENTINA
ABECE	Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural	BRASIL
ABPE	Associação Brasileira de Pontes e Estruturas	BRASIL
AAHES	Asociación Argentina del Hormigón Estructural	ARGENTINA
ACHÉ	Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural	ESPAÑA
JCI	Japan Concrete Institute	JAPÃO

Publicações

- Revista CONCRETO (5,000)
- Boletim CONCRETO ARMADO (14,000)
- Práticas Recomendadas
- Memórias de Congressos (47 Congressos)
- Revista ESTRUTURAS (*website*)
- Revista MATERIAIS (*website*)

www.ibracon.org.br



48 Congressos Brasileiros do Concreto
2.500 trabalhos científicos

Eventos Internacionais

Simpósio Ibero-Americano "O Beirão nas Estruturas"
Coimbra, 5-7 / Jul / 2005

International Conference on Concrete for Structures
Coimbra, 7-8 / Jul / 2005

Rio de Janeiro, 22-7 / 2006

Madrid, Julho / 2008

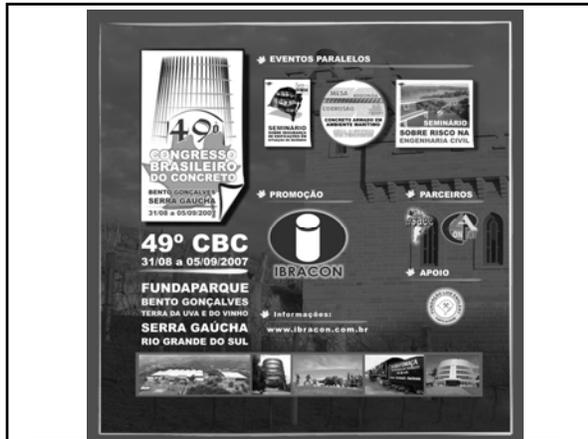
Eventos Internacionais

Manaus 2008 Junho

CURSOS IBRACON

PROGRAMA MASTER'PE
MASTER EM PRODUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO

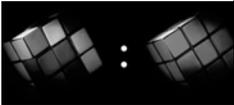
<p>03.09.2005 8:00 - 12:00</p> <p>"O CONCRETO NA ARQUITETURA" Arq. Ruy Ohtake (Convitado) RUI OHTAKE, ARQ. E URBANISTA Arq. Fernanda Pereira, MSc Master pelo Eduardo Torroja de Madrid, Doutoranda EPUP</p> <p>Autor de obras desenhadas por todo o Brasil e no exterior, reconhecidas internacionalmente por sua qualidade estética de integrar o concreto em toda sua personalidade de formas, texturas, cores, capacidades técnicas e em harmonia com o entorno e com outros materiais.</p> <p>Patronador: </p>	<p>04.09.2005 8:00 - 12:00</p> <p>"PATOLOGIA DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO" Eng. Paulo Barbosa Doutorando da EPUP Especialista em Reabilitação de Estruturas de Concreto</p> <p>Apresenta-se o estado da arte em patologia e durabilidade do concreto. Apresenta-se a metodologia de inspeção, diagnóstico e prognóstico. Discute-se o estado de saúde do edifício, a importância da realização de um diagnóstico correto para o sucesso de uma intervenção.</p> <p>Patronador: </p>	<p>05.09.2005 8:00 - 12:00</p> <p>"DOSAGEM DE CONCRETO DE ALTO DESEMPENHO" Eng. Vitório O'Reilly, PhD (Convitado) Presidente da Comissão do Cimento e do Concreto de Cuba</p> <p>O Prof. O'Reilly é dono de um profusa carreira de tecnologia de concreto. Seu método de dosagem é largamente utilizado em vários países. Apresenta e explica essa metodologia de concreto e seu desempenho, entre outros: cimento, agregado e resistência à compressão.</p> <p>Patronador: </p>
<p>03.09.2005 13:00 - 17:30</p> <p>"DIMENSIONAMENTO DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS PELA NOVA NBR 6118" Eng. Tullio N. Bittencourt, PhD Professor Associado da USP Diretor de P&D do IBRACON</p> <p>O Prof. Tullio, pesquisador da área de estruturas, discute sobre as mudanças introduzidas pela nova norma NBR 6118 no que tange ao cálculo estrutural, a determinação do grau de utilização das dimensões mínimas.</p> <p>Patronador: </p>	<p>04.09.2005 13:00 - 17:30</p> <p>"SEGURANÇA E REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO" Eng. Raul Hueni (Convitado) Presidente do ACI Chapter Argentina e membro da Rede Ibero-Americana de Reabilitação</p> <p>O Prof. Hueni é reconhecido internacionalmente pela sua contribuição à segurança de estruturas de concreto. Apresenta a importância da prevenção de danos estruturais, da inspeção, do diagnóstico, da reabilitação e do reforço.</p> <p>Patronador: </p>	<p>05.09.2005 13:00 - 17:30</p> <p>"SUSTENTABILIDADE E CONSTRUÇÃO CIVIL" Eng. Salomon Levy, PhD Professor da UNIMEP e Coordenador do Comitê Técnico Meio Ambiente do IBRACON</p> <p>Um curso a cargo do CETA, que de excelência nas pesquisas e a aplicação do conhecimento em tecnologias de reciclagem de materiais, reuso de águas, eficiência energética, saúde e sustentabilidade e responsabilidade social.</p> <p>Patronador: </p>



Livro Materiais de Construção Civil
2 volumes, 1500 páginas

Livro de Concreto
Mehta & Paulo Monteiro
750 pag.

NBR 6118 Exemplos de Aplicação

Acidentes.
O Melhor Aprendizado!

Paulo Helene
 Diretor Presidente do IBRACON
 Prof. Titular da Universidade de São Paulo
 Coordenador Internacional da Rede REHABILITAR CYTED
 Member fib (CEB-FIP) Model Code for Service Life

SÉCULO XX
 1900

APARECE UM
 NOVO MATERIAL

Concreto Armado





Systeme
Hennebique
Paris, Rue Danton1

7 andares
França 1901
Altura 30 m

$f_{ck} = ?$
106 anos!!!!
*Edifício mais
antigo do mundo*



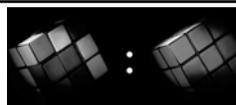
Palacio Salvo
Montevideo

27 andares
Uruguai 1925
Altura 103 m

$f_{ck} = ?$
80 anos!!!!
record mundial



1929

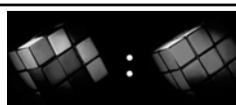


Acidentes. O Melhor Aprendizado!

Paulo Helene
Diretor Presidente do IBRACON
Prof. Titular da Universidade de São Paulo
Coordenador Internacional da Rede REHABILITAR CYTED
Member **fib** (CEB-FIP) Model Code for Service Life

Robert Stephenson no discurso de posse na presidência do Instituto dos Engenheiros Civis da Grã-Bretanha em 1856:

“...tenho esperança de que todos os acidentes e problemas que tem ocorrido nos últimos anos sejam registrados e divulgados. Nada é tão instrutivo para jovens engenheiros como o estudo dos acidentes e da sua correção. O diagnóstico desses acidentes, o entendimento dos mecanismos de ocorrência, é mais valioso que a descrição dos trabalhos bem sucedidos. Também os engenheiros experientes aprendem desses ensinamentos e lições dos acidentes que até podem ocorrer nas suas próprias obras. Com esse objetivo nobre é que proponho a catalogação desses problemas nos arquivos desta reconhecida Instituição”.



Túneis

Paulo Helene
Diretor Presidente do IBRACON
Prof. Titular da Universidade de São Paulo
Coordenador Internacional da Rede REHABILITAR CYTED
Member **fib** (CEB-FIP) Model Code for Service Life

Desabamento em obra do metrô de Pequim soterra seis Marina Wentzel De Hong Kong

Serviços de resgate só tiveram acesso ao local 12 horas depois do desabamento. Um buraco na obra do metrô de Pequim desabou deixando seis operários soterrados.

O acidente ocorreu na manhã da quarta-feira às 09h30min do horário local (22h30min de terça-feira em Brasília).

A empreiteira responsável pela construção escondeu o acidente e os serviços de resgate só tiveram acesso ao local 12 horas depois do ocorrido.

O buraco tinha 20 metros de largura e 11 de profundidade e fazia parte do canteiro de obras da linha número dez que está sendo construída no noroeste da cidade para atender às Olimpíadas.

Autoridades disseram que há poucas chances de encontrar sobreviventes.

Responsabilidade

Segundo informações do jornal *China Daily*, A China Railway 12th Bureau Group Co. que é responsável pela obra, não notificou os serviços de emergência como deveria. Ao invés disso, a empresa montou uma equipe de resgate própria. Os funcionários escalados para participar das buscas foram obrigados a desligar seus celulares e o portão do canteiro de obras foi trancado para evitar que a notícia chegasse à imprensa.

Um operário imigrante vindo da província de Henan conseguiu escapar o cerco de sigilo e ligou para a polícia de sua região.

As autoridades de Pequim só foram avisadas do incidente às 17h.

Estação Pinheiros do Metrô SP

12 de janeiro de 2007

São Paulo SP

Túnel Urbano em rocha



Túneis da Rodovia dos Imigrantes

Túnel em solo

Túnel em rocha

enfilagem; tirantes; cambotas; fogo; invert; convergência; assentamentos; rebaixo; recalques; revestimento primário; revestimento secundário ou definitivo; drenagem

Visão Geral

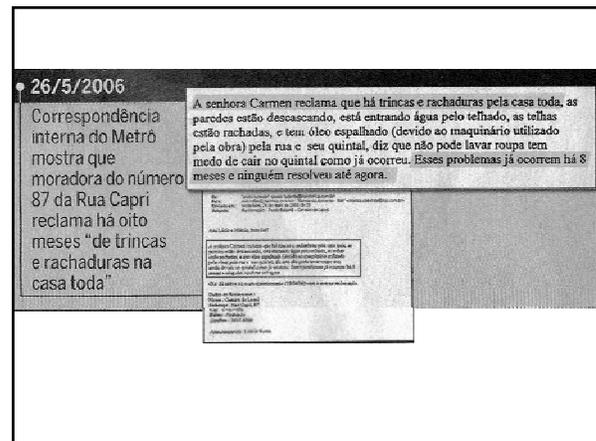
Dezembro 2006



Cronologia dos Acontecimentos

fontes: Folha de São Paulo, Estado de São Paulo, Veja, Época, Isto É, Carta Capital.

1. Poço ou shaft → 42m diâmetro e cerca de 30m de profundidade, no centro da Estação (total 130m);
2. 11/11/05 → início do poço, sendo 14m em solo com espessura de 30cm, avanços 1m, concreto projetado armado com tela metálica. Restante 12m desmonte de rocha, com 35cm e 3 camadas de tela;
3. Túneis da Estação → 45m para cada lado, com abóbada (calota) de 6m e largura de 18m;
4. 29/03/06 1º projeto → desmonte de rocha, com tirantes malha de 2m por 2m, com 4m de comprimento injetados com resina, concreto projetado com fibra com 15cm. O 1º rebaixo, parede 4m, com 15cm cpfm, mais eventual tirante;
5. 24/07/06 → início da escavação a fogo da calota (abóbada);



6. 04/08/06 2º projeto → desmonte de rocha, enfilagem metálica com 12m + cambotas metálicas, + cpfm com 35cm. Parede rebaixo 4m, com 15cm cpfm, mais eventual tirante;
7. 09/11/06 → término da escavação a fogo da calota (abóbada);
8. 01/12/06 → início da escavação da parede do 1º rebaixo, começando do túnel de via para estação (poço);
9. 14/12/06 3º projeto → parede do 1º rebaixo com 15cm espessura + tela metálica L396 e concreto projetado fck = 25MPa;

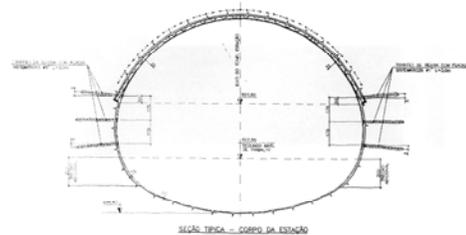


- 10. Monitoramento de convergência, divergência, recalques internos e externos, diariamente disponibilizadas via internet no dia seguinte cedo;
- 11. Fiscalização diária: eng. supervisor + junior + técnico, nada registraram de não conformidade nesse trecho;
- 12. 10/01/07 → medições indicaram convergência que persistiram no dia seguinte impondo necessidade de reforço. Observada falha vertical paralela ao eixo da via. Observada trinca ao lado de uma das cambotas, tapada com concreto projetado;
- 13. 10/01/07 → medições indicam recalques e assentamentos de 3mm a 62mm todos com evolução recente crescente. Rua Capri 21mm;
- 14. 11/01/07 → faltavam 3m para terminar parede do 1º rebaixo junto ao poço (desmonte a fogo);

- 15. 11/01/07 → Início da perfuração para reforço com tirantes de 3m de comprimento em malha de 1,6m por 1,6m em 3 alturas (linhas) da parede, sendo a primeira próxima e acima da base de apoio das cambotas;
- 16. 12/01/07, 8:30h → desmonte a fogo com dinamite para romper a rocha dos 3m faltantes do rebaixo;



- 17. 12/01/07, 11h → término dos furos dos tirantes de reforço na parede esquerda e início dos furos na parede direita, porém ainda sem inserção das hastas metálicas, nem das resinas de pega rápida;



- 18. 12/01/07 14:25h → início de queda de fragmentos de concreto projetado da abóbada (calota), além do aumento da fissura de 2cm aparecida no dia anterior e ruídos de colapso;
- 19. 12/01/07 14:35h → soa o alarme e 37 operários fogem, alguns pela última viagem do elevador do poço e outros correndo para o túnel de via;



12/01/07 14:50h → parede do poço desmorona e leva 5 caminhões e 3 carros, rua Capri com micrônibus é tragada. Saldo: 7 mortos, 55 casas interditadas, 132 moradores desalojados.

400 pessoas trabalharam no resgate.....

A TRAGÉDIA DA ESTAÇÃO PINHEIROS

Vêja São Paulo morrer 28 especialistas e levanos as possíveis falhas e as grandes dúvidas no acidente do metrô que diziam pelo menos seis colunas e choques as possibilidades

Conforme o governo de estado e 150 milhões de pessoas que dependem do metrô, o acidente de São Paulo é considerado o maior desastre de trânsito do mundo. O acidente ocorreu em 24 de janeiro de 2007, na estação Pinheiros, quando um trem do metrô caiu de uma plataforma elevada de concreto e se chocou com um trem de passageiros que estava parado na plataforma inferior. O acidente resultou em 28 mortes e centenas de feridos. A investigação apontou para falhas de projeto e execução, incluindo a falta de reforço estrutural e a presença de colunas e choques não previstos.

TRAGÉDIA DO METRÔ – Veja Ano 40 nº3 24 de Janeiro de 2007

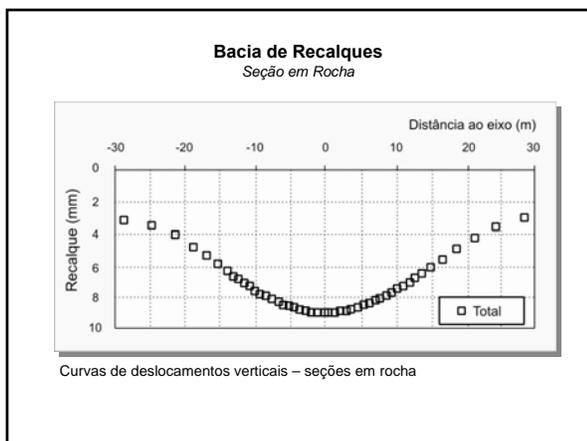
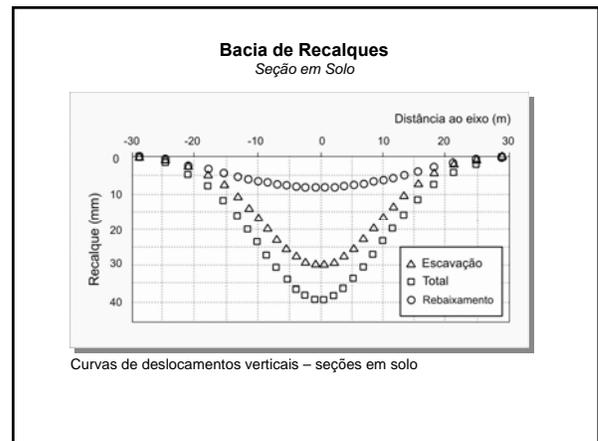
23/1/2007

As casas da região do desabamento são demolidas. Entre elas, a de número 87, de Carmen de Leoni

Previsão de Recalques e Distorções (Projeto)

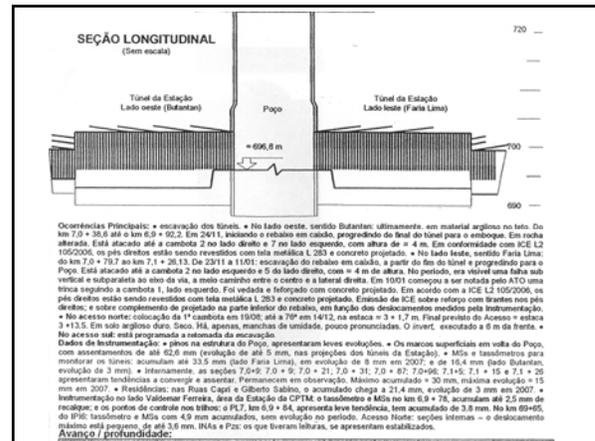
deslocamentos esperados na superfície = rebaixamento do lençol freático (método dos elementos finitos) + recalques induzidos pela escavação (método de Peck)

- para escavação em solo;
- para escavação em rocha



Recalques e distorções encontrados dentro da área de influência da obra, 45°

Recalques e Distorções Medidos 2,5mm a 62mm, junto ao poço nas vésperas do acidente



Critérios de Avaliação de Danos nas Edificações

Recalque diferencial específico-distorções (δ/L)

6. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE DANOS NAS EDIFICAÇÕES

Em primeira aproximação, os recalques diferenciais específicos (δ/L) foram adotados como critério de verificação da estabilidade dos edifícios, em face das deformações a serem induzidas pelas escavações. Como limites de recalques diferenciais específicos, o Metrô de São Paulo tem proposto os valores relacionados a seguir, que dependem, naturalmente, do arranjo estrutural das edificações e dos danos admissíveis:

- $\delta/L = 1/500$ – limite para edifícios com esqueleto estrutural onde a fissuração dos painéis não é permitida;
- $\delta/L = 1/300$ – início de fissuração dos painéis de alvenaria de edifícios com esqueleto estrutural;
- $\delta/L = 1/250$ – inclinação visível em edifícios altos;
- $\delta/L = 1/150$ – início de dano estrutural. Quando a estrutura é travada em diagonais, este limite é de 1/600;

onde δ e L representam, respectivamente, a diferença de recalques e a distância entre dois pontos.

Bjernerum (1963), propõe os seguintes valores, igualmente experimentais:

- 1/750 – afetam máquinas sensíveis a recalques.
- 1/600 – riscos significativos para estruturas aporricadas com diagonais.
- 1/500 – limite para edificações, onde não se admite fissuras.
- 1/300 – limite para situações onde pequenas fissuras em painéis de paredes são toleradas, ou onde se esperam dificuldades em pontes rolantes.
- 1/250 – limite para situações onde o desaparecimento de edifícios altos pode ser perceptível.
- 1/150 – fissuração significativa em painéis de paredes e de tampo. Limite de segurança para paredes flexíveis de tijos, onde $\delta/L < 1/4$. Limite para os cascos onde pode ocorrer danos estruturais.

Na presente análise, com base nessas informações e em experiências anteriores, adotou-se os seguintes valores de referência:

- Distorção: $\delta/L < 1/500$

Os danos resultantes podem ser classificados como pequenos, resultando no surgimento de trincas discretas facilmente tratáveis, com aberturas inferiores a 5mm. Portas e esquadrias podem apresentar dificuldades de funcionamento.

- Distorção: $1/500 < \delta/L < 1/300$

Neste intervalo, os danos podem ser considerados como moderados, observando-se o surgimento de trincas, com aberturas entre 5 e 15mm. Intervenções de substituição de partes localizadas de alvenaria poderão ser necessárias. Portas e esquadrias apresentarão dificuldades de funcionamento.

- Distorção: $\delta/L > 1/300$

Para valores de distorção superiores a 1/300 os danos podem ser considerados como severos. Prevê-se a necessidade de reconstituições estruturais mais importantes, tal como remoção e reposição de paredes, decorrentes de desaparecimentos. A abertura das trincas deverá situar-se entre 15 e 25mm.

Hipótese de Trabalho

1. Rompeu o arco superior do túnel da estação (rompeu a rocha) e desabou. Na sequência veio o solo mole e liquefeito agravado pelas vibrações das explosões anteriores com dinamite, abrindo um “buraco” na rua Capri e tragando o micro-ônibus;
2. Em questão de segundos a ruptura desse solo “aliviou as tensões”, parcial e localmente, na parede do shaft ou poço de trabalho;
3. Como decorrência desse alívio de pressões, foram geradas tensões elevadas de flexão na parede do cilindro do poço e esta, obviamente, não estava dimensionada para suportar tensões elevadas de flexão vertical e rompeu;
4. Na sequência o solo “escorregou” para dentro do poço. Apesar que a mídia dizia existir uma cratera de 80m de diâmetro, na verdade sempre foram duas crateras “unidas” pela base da grua que tem fundações profundas;



Possíveis Causas

1. A rocha do teto do túnel da estação, não tinha a resistência admitida no projeto;
2. A rocha não tinha a espessura admitida no projeto;
3. A rocha tinha falhas geológicas ou descontinuidades localizadas e desconhecidas;
4. O monitoramento dos recalques e deformações não foram adequados nem precisos;
5. Esse monitoramento foi adequado mas faltou rapidez no gerenciamento das informações e os projetistas não foram devidamente comunicado a tempo de intervir;
6. Tudo estava adequado: projeto, rocha, monitoramento, mas a construção errou na dinamite; ou explodiu muita carga num só lugar correto ou dinamitou um local indevido ou aumentou exageradamente a frequência de explosões;

Possíveis Causas

7. O controle de qualidade geral do processo não era adequado nem rigoroso;
8. O projeto do túnel estava errado e inconsistente;
9. O projeto das paredes do poço era temerário e devia ter enrigecedores (vigas horizontais de borda e intermediárias). Talvez isso pudesse evitar a ruptura da parede do poço e reduziria o colapso a uma cratera só (a da rua Capri);
10. As fundações da grua, muito junto à parede do poço, podem ter exercido uma interferência negativa nas paredes do poço, ajudando na ruptura.

Enfim, dúvidas não faltam. Devem haver muitas outras. Ainda tem muito trabalho de pesquisa e investigação pela frente...

Bibliografia interessante:

1. CBT Comitê Brasileiro de Túneis www.braziliantunnelling.com.br
2. ITA → International Tunnelling Association. "Guidelines for tunnelling risk management". 2004. www.ita-aites.org/cms/index.php
3. Japanese Standard for Mountain Tunnelling. ISBN 4-8106-0274-5. 2001. 162 p. www.jsce.or.jp/publication/e/book/p273.html
4. Japanese Standard for Shield Tunnelling. ISBN 4-8106-0273-7. 2001. 218 p. www.jsce.or.jp/publication/e/book/p274.html
5. BREbookshop.com. Thomas Telford. Tunnel Lining Design Guide. British Tunnelling Society and Institution of Civil Engineers. 2004.
6. British Tunnelling Society. "Closed face tunnelling machines and ground stability - A Guideline for best practice". 2005.
7. HSE Health & Safety Executive. W.S. Atkins. "The risk to third parties from bored tunnelling in soft ground". 2006. 78 p.

FATOS

2017 túneis foram iniciados de 1999 a 2004
108 acidentes em túneis de 1970 a 2005
66 em NATM e 42 em não NATM

	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2005 (part)	Total
NATM	0	9	12	4	25
non-NATM	2	2	9	6	19
Total	2	11	21	10	44

Table 3.5 The numbers of identified tunnel emergency events per decade identified in this research, occurring in soft ground urban environments, divided into NATM and non-NATM tunnels.

HSE report conclusion:

Tunnelling in Urban Environment

“There is no other field of civil engineering where the integration of design and construction is more important and necessary.”

O GRITO DA ESTRUTURA

O mundo do veterinário é o de decifrar murmurios, 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 através da observação de 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 impressional. O recado da estrutura vem através de uma fissura, um deslocamento, um desapuro, um recalque, uma mancha, um destacamento, 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.

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, edifícios, marquises. Ainda não saiu totalmente da mídia o mais recente, o desabamento do túnel da Estação Pinheiros do Metrô de São Paulo.

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 Palace 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, até semanas, o túnel do Metrô de São Paulo clamou por socorro. Fissurou o solo no entorno, incomodou a vizinhança, fissurou casas, aumentou as infiltrações, por fim, fissurou o concreto projetado do túnel e mesmo assim só desabou no dia seguinte.

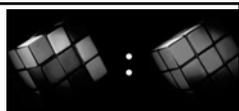
Lição Renovada

Há uma máxima jurídica que diz "a ninguém é dado o direito de desconhecer a lei". Será que o engenheiro pode, por desinformação ou falta de experiência, ignorar o grito da estrutura?

Carlos Campos

Carlos Campos Consultoria e Construções

Obs.: Carlos de Oliveira Campos é geólogo, sócio atuante e pró-ativo do IBRACON, categoria diamante, e já exerceu a Diretoria Regional do IBRACON em Goiânia.



Acidentes. O Melhor Aprendizado! Estruturas Metálicas

Paulo Helene

Diretor Presidente do IBRACON

Prof. Titular da Universidade de São Paulo

Coordenador Internacional da Rede REHABILITAR CYTED

Member fib (CEB-FIP) Model Code for Service Life



O acidente ocorreu devido a uma severa corrosão nas colunas de suporte devido à infiltração de água internamente à proteção contra fogo "Fire Proofing".

Devido à perda de espessura do aço as colunas não suportaram o peso e a esfera nem estava cheia 75%).

Após o acidente, foram feitas algumas inspeções com medições de espessuras que mostraram valores alarmantes, com reduções de espessuras de 5 a 8mm. Foram encontrados ainda alguns buracos de corrosão com até 10cm².

Após uma série de análises e testes, chegou-se à conclusão que a corrosão havia ocorrido por:

➤ Os defletores de água, instalados no topo das colunas foram muito mal projetados, permitindo que a água se infiltrasse entre a proteção contra fogo e as colunas;

➤ Os pontos inspecionados em inspeções anteriores não foram suficientes ou estrategicamente escolhidos para uma medição das espessuras remanescentes e do estado de conservação que indicassem a proximidade do colapso.

....a maior e principal causa gerencial que, efetivamente desencadeou o terrível acidente, foi, sem nenhuma sombra de dúvida,

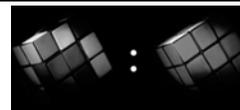


uma péssima manutenção preventiva, seguida de uma intervenção inadequada.

Recomendações

Nas contratações dos serviços de inspeção e manutenção preventiva é de suma importância pesquisar sobre a competência da contratada para realização das inspeções, ensaios, análises e intervenções preventivas ou corretivas.

SHELL International



Acidentes. O Melhor Aprendizado! Edifícios

Paulo Helene

*Diretor Presidente do IBRACON
Prof. Titular da Universidade de São Paulo
Coordenador Internacional da Rede REHABILITAR CYTED
Member fib (CEB-FIP) Model Code for Service Life*



MARTES 13 de Marzo de 2001 ABC Madrid

En los últimos 26 años han fallecido 33 personas a consecuencia de derrumbes de inmuebles, cornisas, marquesinas y muros en Madrid.

El pasado 7 de marzo, un ingeniero moría al derrumbar-se un edificio de cuatro plantas en la confluencia de Gaztambide con Alberto Aquilera, en pleno centro de la capital y una docena de personas resultaron heridas.

El 22 de enero de 1999 murió una joven de 18 años al caer sobre el coche en el que viajaba un trozo de la cornisa del teatro Calderón de Madrid.

El 27 de enero de 1993, murieron 6 personas al desplomarse la marquesina del cine Bilbao, situado en la calle Fuencarral, cuando hacían cola para comprar entradas.

**Edifício Palace II
Rio de Janeiro
Carnaval de 1998
terça-feira à tarde
5anos**



PALACE II

22 de Fevereiro de 1998

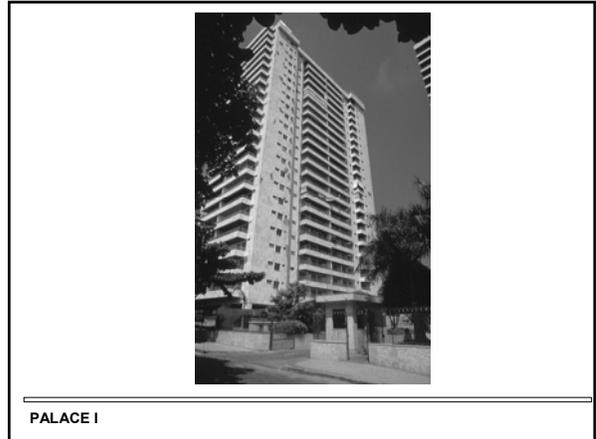


PALACE II

22 de Fevereiro de 1998







PALACE I



***Edifício Areia Branca
Recife, Pernambuco
14 de outubro de 2004
quinta-feira às 20:30h
1977 → 1979
25 anos
12 andares + térreo + 1 garagem***



EDIFÍCIO AREIA BRANCA - Pernambuco





Escombros - manhã seguinte do desabamento



Edificações Vizinhas

Cronologia:

- 10 → domingo → estrondo;
- 12 → terça → síndico ao estacionar observa alagamento e fissuras na parede da cisterna
- 13 → quarta → calculista inspeciona: fissuras vigas, esmagamento alvenaria, porta que não fecha. Recomenda reforçar
- 13/14 → quarta/quinta → muitos ruídos de rupturas metálicas não deixam moradores dormir
- 14 → quinta 1:30h da madrugada → Síndico registra ocorrência e chama defesa civil
- 14 → quinta 2:40h → Defesa civil inspeciona e não encontra evidências.



Vista geral do subsolo



Trinca na viga do teto do subsolo junto ao res. inferior



Vista geral do reservatório inferior e alagamento



Moradores acompanham a vistoria efetuada pela CONDECIPE

Cronologia:

- 14 → quinta 8h → Síndico e moradores decidem deixar o prédio
- 14 → quinta de manhã → Síndico desliga elevadores e esvazia os reservatórios de água
- 14 → quinta 10:20h → Defesa civil inspeciona o prédio junto com moradores. Calculista e empresa de reforço aguardam no local autorização para iniciar trabalhos
- 14 → quinta 15h → início dos trabalhos com escavação dos pilares centrais junto à cisterna
- 14 → quinta 17h → fissura aparece na viga de contorno, escavação de 1,40m mostra armaduras flambadas no pilar
- 14 → quinta 19h → início do reforço do pilar com cintamento e graute. Escavação do segundo pilar que estava íntegro

Cronologia:

14 → quinta 20:20h → segundo pilar apresenta estrondo e o concreto começa a destacar fissurar. Operários e uma moradora que acompanhava os trabalhos correm para a rua

14 → quinta 20:25h → uma série de estrondos precede o desabamento do edifício que dá uma “paradinha” no 6 andar, gira uns poucos graus e segue desmoronando-se

14 → quinta 20:30h → edifício totalmente desabado, 4 vítimas e inúmeros sonhos destruídos

Diagnóstico:

Projeto de acordo com NB 1 / 1960

30 pilares (6 x 5)

Sapatas diretas a -1,8m

Pescoços de pilares contraventados por cinta 10cm x 40cm

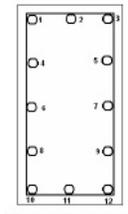
$\sigma_R = 135 \text{ kgf/cm}^2 = 13,5 \text{ MPa}$ média = 15MPa

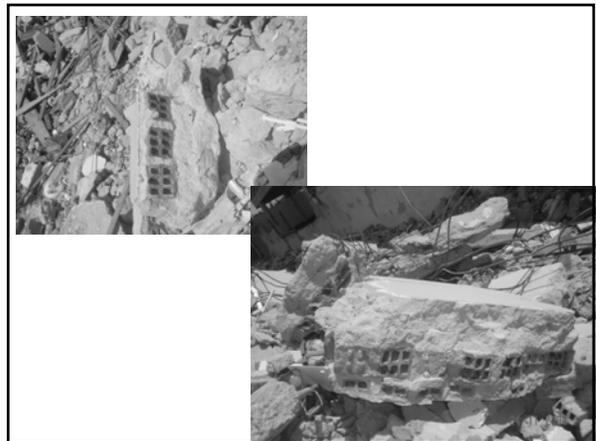
Cobrimentos de 1,5cm em pilares

Pilares 20cm x 50cm

12 barras de 16mm com estribos de 4,2mm cada 15cm

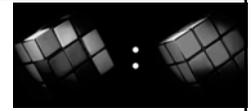
Corrosão dos estribos e flambagem da armadura





Lições Aprendidas:

1. Projetista → concepção do projeto;
2. Projetista → especificar manutenção;
3. Proprietário → realizar manutenção.

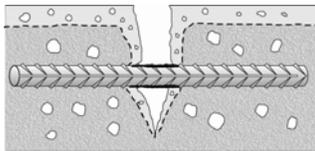


Acidentes. O Melhor Aprendizado! Marquises

Paulo Helene

*Diretor Presidente do IBRACON
Prof. Titular da Universidade de São Paulo
Coordenador Internacional da Rede REHABILITAR CYTED
Member fib (CEB-FIP) Model Code for Service Life*

FISSURAÇÃO



espesura
carbonatada
ou
com cloretos

NBR 6118 (+ 25%)

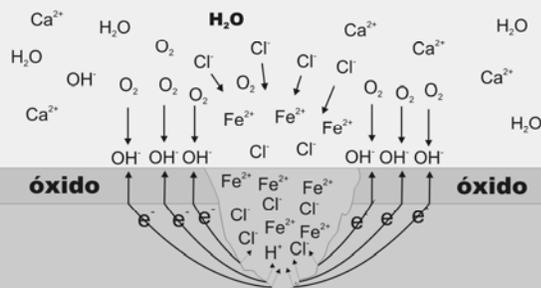
≤ 0,1 mm ou 0,2 mm agressivos
≤ 0,3 mm exteriores (rural)
≤ 0,3 mm interiores

ACI 318 → não limita!

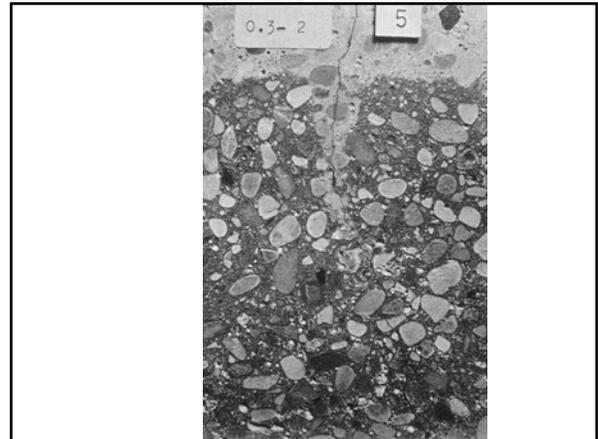
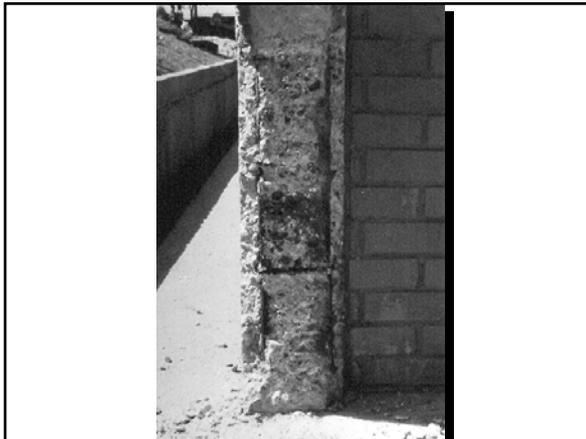
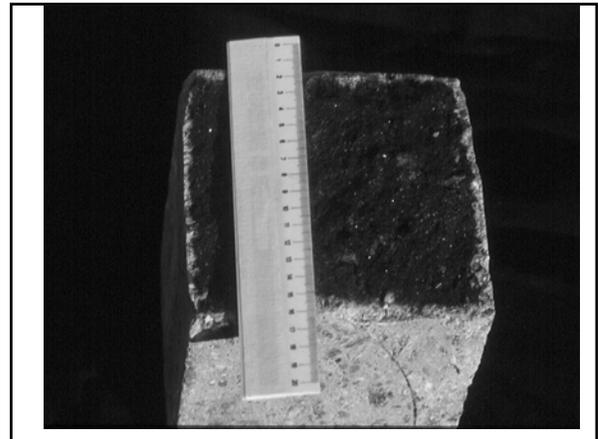
fib (CEB-FIP) ≤ 0,4 mm tanto faz!

Cloretos

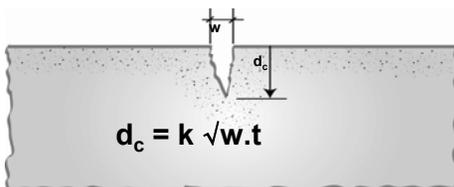
concreto / eletrólito



Carbonatação



CARBONATAÇÃO NA FISSURA



$$\begin{aligned} \text{para dobrar } d_c &\Rightarrow \begin{cases} w \times 4 \\ t \times 4 \end{cases} \\ \text{para dobrar } t &\Rightarrow \begin{cases} w : 2 \\ d_c \times \sqrt{2} \end{cases} \end{aligned}$$

Consequências

- cloretos
- carbonatação



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

Agricultura e Saúde brigam pelos dietéticos
 Os refrigerantes dietéticos são disputados por dois ministérios. O da Saúde pública hoje no Diário Oficial uma liberação para o comércio pela Anvisa e pela Coca-Cola. O da Agricultura avisa: mandará apreendê-los. *Página 14*

Bom tempo para viajar no feriado
 Quem vai passar os fins de semana pode contar com bom tempo. Os laços fecham hoje e no sábado. Os pontos de gasolina estão liberados para funcionar domingo e segunda. *Página 11*

TURISMO
 Pastas e cerebais pela Oprevidade do Brasil, o mais tradicional dos Estados Unidos, e a qualidade superior de seus produtos. Mas o capital de Massachusetts, na região da Nova

... que para os membros do Departamento Nacional de Produção Mineral. Ontem, o presidente José Sarney resolveu conceder-lhes um reajuste salarial entre 8% e 10%. *Página 14*

Marquise cai e mata nove em Porto Alegre
 Nove pessoas morreram, entre as quais uma criança, desferidas gravemente feridas e outras 30 sofreram escoriações leves com o desabamento, ontem à tarde, da marquise da Loja Arapua, no centro de Porto Alegre, na rua Doutor Flores. No momento do acidente, muitas crianças estavam na frente do prédio, recebendo doces de funcionários. *Página 14*

Para P.M. fogo no trem foi planejado
 A Polícia Militar acredita que o incêndio do trem da CBTU na qualificação tinha sido planejado. *Página 14*

Notas e Informações
 Apesar de todo o sustento e de todo o amor que Durcão deposita, o governo do general Augusto Pinochet mantém um presidente livre. *48*

CADERNO 2
 Cícero Dias fala de pintar e viver
 Aos 82 anos de idade e 60

Marquise cai e mata nove em Porto Alegre
 O acidente ocorreu na tarde de ontem, quando uma marquise de concreto desabou sobre um grupo de pessoas que estavam na frente do prédio. O prédio pertence à Loja Arapua, uma loja de departamentos localizada na rua Doutor Flores, no centro de Porto Alegre. O acidente resultou na morte de nove pessoas, incluindo uma criança, e deixou outras 30 feridas. As vítimas foram levadas para hospitais próximos ao local do acidente. A polícia está investigando as causas do acidente e os responsáveis.

Loja desaba e mata nove no S

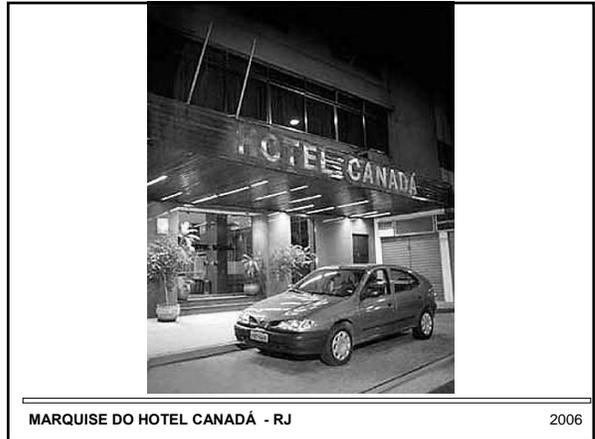
Atividade do Dersa fica pronta este mês

Blindagem de Dersa

**INO
MAZZ.**



Marquise Hotel Canadá
Copacabana
Rio de Janeiro
2007



MARQUISE DO HOTEL CANADÁ - RJ

2006



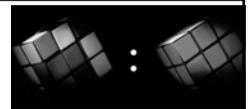
QUEDA DA MARQUISE DO HOTEL CANADÁ - RJ 26 de Fevereiro de 2007



QUEDA DA MARQUISE DO HOTEL CANADÁ - RJ 26 de Fevereiro de 2007

Lições Aprendidas:

1. Projetista → concepção do projeto;
2. Projetista → especificar manutenção;
3. Proprietário → realizar manutenção.



Acidentes. O Melhor Aprendizado! Grandes Edifícios

Paulo Helene

Diretor Presidente do IBRACON
Prof. Titular da Universidade de São Paulo
Coordenador Internacional da Rede REHABILITAR CYTED
Member *fib* (CEB-FIP) Model Code for Service Life

Pavilhão de Exposições da Gameleira

Arq. Oscar Niemeyer

Belo Horizonte, MG

Obra em Construção

04 de fevereiro de 1971

64 mortos

mais de 100 feridos

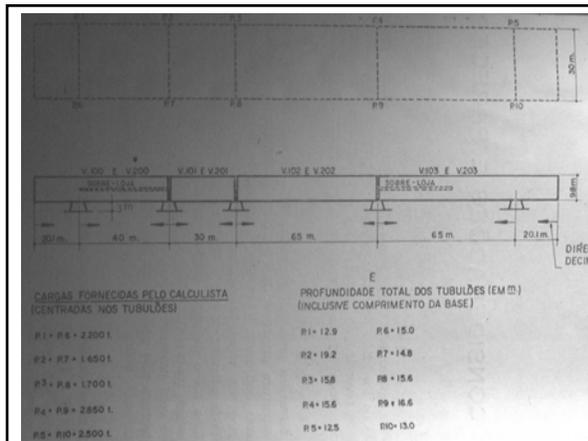


240m por 31m
Vigas 9,5m de altura
apoiadas em 4 pilares
Desabou na hora do almoço



PAVILHÃO DA GAMELEIRA

4 de Fevereiro de 1971



Sintomas:

1. Fissuras nas vigas, inclinadas finas e próximas dos apoios;

2. Escoramento “preso”;

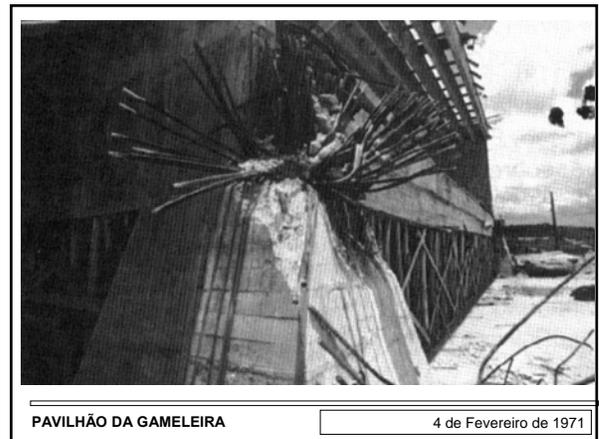
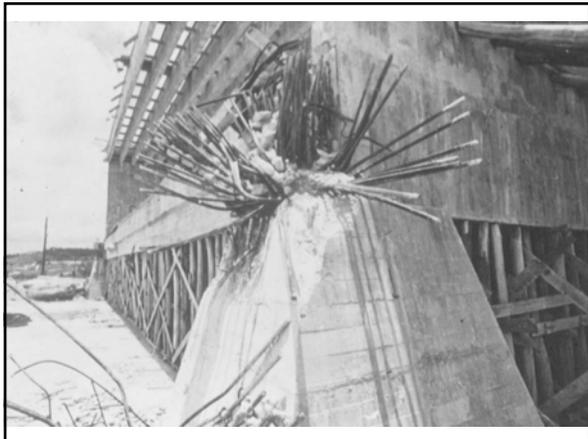
Ausência plano de descimbramento

Pilares com até 2.850 tf



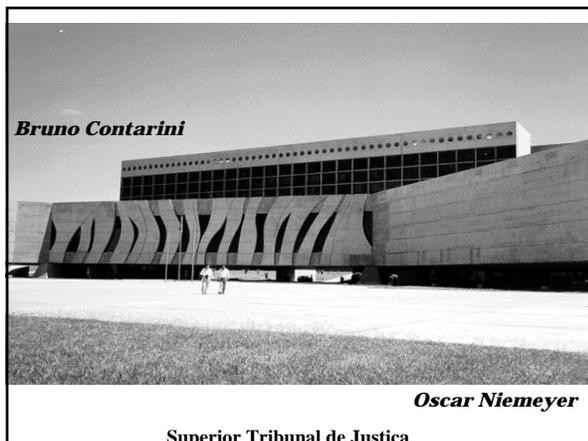
PAVILHÃO DA GAMELEIRA

4 de Fevereiro de 1971



PAVILHÃO DA GAMELEIRA

4 de Fevereiro de 1971



Lições Aprendidas:

1. Projetista → concepção do projeto;
2. Projetista → detalhamento da armadura;
3. Projetista → plano descimbramento;
4. Construtor → respeito aos sintomas;
5. Construtor → Conhecer o projeto (flechas, fissuras, estabilidade geral, congestionamento das armaduras, etc.);
6. Fiscalização → fissuras de cisalhamento são de pequena abertura;

Conselhos:

- 1. É melhor aprender com os erros dos outros;**
- 2. Sem conhecimento não há evolução;**
- 3. Desenvolva o prazer por aprender;**
- 4. Pense holisticamente.**

