



ESPECIALIZACION Y MAESTRIA  
EN INGENIERIA ESTRUCTURAL  
SISMORRESISTENTE

UTN  
FRM

## Patología y Terapéutica de Estructuras de Hormigón Armado

Dr. Ing. N. Graciela Maldonado  
Dr. Ing. Paulo Helene

2007      Mendoza      Argentina



ESPECIALIZACION Y MAESTRIA EN  
INGENIERIA ESTRUCTURAL  
SISMORRESISTENTE

UTN  
FRM

## Acidentes y Fallas. La mejor Enseñanza!

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

# Estructuras Metálicas



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 quando a esfera estava 80% cheia de água.

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 10cm<sup>2</sup>.

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 remanentes 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 dos testes, análises e intervenções preventivas ou corretivas.

*SHELL International*

# Acidentes en edificios



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 derrumbarse 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.

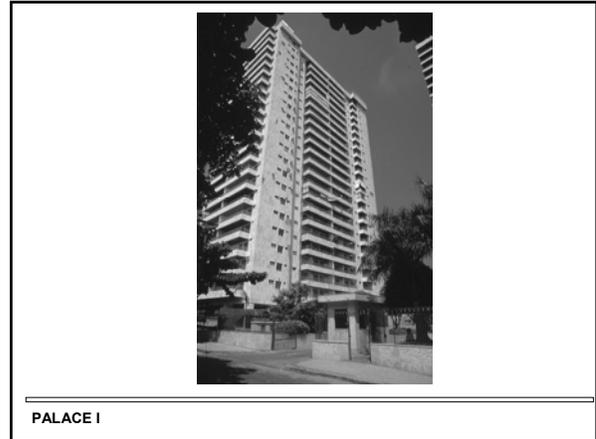
El 27 de enero de 1993, murieron 6 personas al desplomarse la marquesina del cine Bilbao, situado en la calle Fuencarral, cuando hacían cola para comprar entradas.



- **Edifício Palace II**
- **Rio de Janeiro**
- **Carnaval de 1997**
- **martes por la tarde**
- **5 años**







PALACE I



### **Colapso do Edifício Itália e suas conseqüências no mercado imobiliário de São José do Rio Preto**

Eng. João Carlos de Carvalho  
 Prof. Diretor da Escola de Engenharia  
 email: capi@capi-engenharia.com.br

O Edifício Itália, uma das torres que fazia parte de uma construção de 3 blocos (Edifícios Portugal, Espanha e Itália) com 18.682 m<sup>2</sup>, tratava-se de um empreendimento que teve início em 1986 e durou aproximadamente 6 anos. Porém, no dia 16 de outubro de 1997, logo pela manhã, o Edifício Itália desaba sem que houvesse vítimas fatais.

Nesta época, em São José do Rio Preto, haviam em construção 81 edifícios de 3 à 15 andares. Aproximadamente 28 construtoras trabalhavam no mercado de construção de apartamentos, pois a procura por este imóvel, era maior que a oferta. Vendia-se todas as unidades de um edifício de 12 andares tipos, com 24 apartamentos, em poucos dias. Após o acontecimento desse episódio, a demanda acabou.

Em busca de segurança, aumenta a procura por loteamentos e condomínios horizontais. Na época do desabamento existia em São José do Rio Preto, 6 condomínios fechados de médio e alto padrão, sendo que 4 já estavam com grande parte de sua área ocupada por construções, e 2 com boa parte dos lotes para serem comercializados, e com poucas moradias construídas.

Atualmente, tem mais de 15 novos condomínios fechados, com aproximadamente 4.000 novas moradias atendendo à classe "alto e média". Com isso os empreendimentos de apartamentos em edifícios altos, foram tendo os preços deflacionados, variando de R\$ 520,00 à R\$ 770,00 por m<sup>2</sup>.

Nos condomínios horizontais os terrenos são comercializados com preço de R\$ 150,00 à R\$ 350,00 por m<sup>2</sup>, e as residências nestes mesmos condomínios na faixa de R\$ 1.200,00 a R\$ 2.500,00 o m<sup>2</sup>.

Portanto, a queda do Edifício Itália acelerou uma tendência para as moradias térreas, tanto é que hoje, só existe 3 construtoras que atuam no mercado de edifícios altos, sendo uma delas com sistema de condomínio, e outra terminando um edifício que teve início em 1998.

Após o desabamento, para cada 20 residências térreas ou terrenos comercializados passou-se a vender 1 apartamento.

Passados 10 anos, o mercado local ainda sofre conseqüências, principalmente quando a imprensa noticia novos episódios de queda de edifícios em regiões do Brasil ou do Mundo.

### **Nova Iorque e a vitoriosa Lei de Inspeções e Manutenção Preventiva LOCAL LAW 10/1980 & LOCAL LAW 11/1998-NYC**

Eng. Leonardo Garzon  
 The Thornton-Tomasetti Group, LZA Technology Division - USA  
 email: LGarzon@LZATechnology.com

**How the Local Law that Requires Periodic Inspections of Facades was Born in New York City**

**On 1978 a female student at Barnard College in New York city was killed by a piece of terracotta cornice, two years latter the Administrative Code of the city of New York was amended, in relation to requiring periodic inspections of exterior walls and exterior appurtenances of buildings higher than six stories, and a record of such inspections to be kept on the premises. The law was known as the Local Law 10 for the year 1980, or Local Law 10/80.**

**Conclusions**

*It is difficult to estimate how many accidents have been prevented during the last twenty-five years since the Local Law 10 was passed for the first time, or how many serious structural conditions have been identified and corrected, but what is more important is the fact that a culture of maintenance, and before all safety, has been developed among owners and developers in the City of New York.*

*Old skyscrapers build in the 1920's and 1930's like the Chrysler Building and the Empire State Building have been the subject of numerous repairs that cost millions of dollars over several years, but today those landmark buildings as well as others, own the record of being the tallest and safest buildings built in the last century.*

*It has been demonstrated in the city of New York, that the cost associated to periodic and precautionary maintenance is never too high considering the benefits of lowering insurances costs, attracting tenants and public that see buildings safe on the inside and on the outside.*

- **Edifício Areia Branca**
- **Recife, Pernambuco**
- **outubro 2004**
- **Jueves por la mañana**
- **26 años**





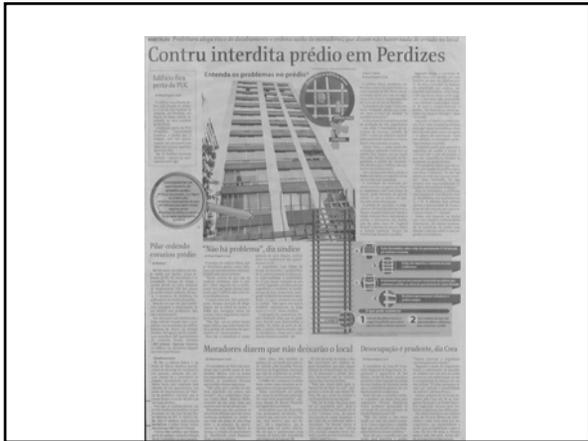
✓ **Caso Giselle:** ocorreu em Jaboatão dos Guararapes, às 13h15m do dia 01 de junho de 1977, quando o Edifício Giselle desabou, matando 22 pessoas e ferindo mais de vinte. O prédio tinha sete andares e 28 apartamentos, e no pavimento térreo funcionava uma agência bancária. No instante do desabamento, operários realizavam trabalhos de reforço de uma das colunas do edifício, por determinação dos órgãos de fiscalização que haviam considerado a obra frágil.

✓ **Edifício Érika:** outro episódio de proporções trágicas aconteceu em Olinda, na madrugada de 12 de novembro de 1999, quando o Edifício Érika, no bairro de Jardim Fragoso, veio abaixo, matando quatro pessoas e ferindo outras 11. O prédio, de três andares, tinha oito apartamentos, todos ocupados, e nunca havia apresentado sinais como rachaduras ou outros tipos de falhas na construção.

✓ **Enseada de Serrambi:** na tarde de 27 de dezembro de 1999, menos de dois meses depois da queda do Edifício Érika, a tragédia se repete em Olinda, também do bairro de Jardim Fragoso: todo o bloco B do Conjunto Residencial Enseada de Serrambi desaba deixando sete mortos e 11 feridos. Do prédio, de quatro andares e oito apartamentos, não ficou uma única parede de pé e os soldados do Corpo de Bombeiros trabalharam um dia e uma noite para resgatar os corpos e os sobreviventes.

O episódio instalou pânico no bairro, porque os dois edifícios que desabaram em menos de dois meses ficavam cerca de 500 metros de distância um do outro, gerando suspeita de graves problemas no solo de toda aquela área.





**MANIFESTO PÚBLICO  
SEGURANÇA DAS OBRAS CIVIS**

Os recentes sinistros estruturais ocorridos no País, com evidentes prejuízos pessoais, morais e patrimoniais à população, vêm demonstrar a imperiosa necessidade da introdução de medidas técnicas, legais e administrativas para a redução dos riscos de acidentes, razão pela qual o IBRACON, a ABECE e o IBAPE, promovem o DEBATE TÉCNICO "LIÇÕES DE AREIA BRANCA – ACIDENTES, RESPONSABILIDADES E SEGURANÇA DAS OBRAS", e junto a outras entidades manifestam-se publicamente apresentando as conclusões objetivas alcançadas, as quais esperam ver implantadas.

**CONCEITO**  
Entende-se como cinco as grandes etapas do processo construtivo: concepção, projeto, materiais, execução e uso, nesta última compreendida a operação e manutenção. Considerando a vida útil das estruturas de 50 a 100 anos, o USO passa a ter importância fundamental na segurança, eis que as quatro primeiras etapas são desenvolvidas no período inicial do processo, durante um a três anos e sempre supervisionadas por profissionais habilitados e especialistas, enquanto a última, o uso, estende-se pelo tempo restante até os 50 anos ou muito mais. Nesse longo período os imóveis, no mais das vezes, ficam sob supervisão de proprietários leigos ou à mercê de pseudotécnicos. Essa assistência incipiente e despreparada pode não perceber que as hipóteses iniciais de segurança e funcionamento estrutural estão sendo alteradas para pior, ou até mesmo, certas intervenções e reformas inadequadas podem estar comprometendo seriamente as hipóteses inicialmente formuladas e admitidas como permanentes na etapa inicial de PROJETO e CONSTRUÇÃO.

**PROPOSTAS**

**PARA OBRAS EXISTENTES**  
Mediante legislação federal, estadual ou municipal a ser criada especialmente para a finalidade, deverão as obras civis serem inspecionadas periodicamente a mando e custo de seus proprietários, por meio de profissionais e/ou empresas especializadas e habilitadas com o devido recolhimento da correspondente ART. A partir de um diagnóstico fruto dessa inspeção técnica as obras deverão receber as intervenções necessárias e urgentes, bem como serem mantidas permanentemente sob rotinas técnicas específicas, abrangendo bens públicos e privados cujas estruturas estejam sujeitas à ação agressiva do meio ambiente, tais como fundações, fachadas, marquises, balcões, varandas em balanço, estádios de esportes, galpões de feiras e exposições, pontes, viadutos e túneis, e em geral os edifícios residenciais e comerciais com mais de dez metros de altura e galpões com mais de 500m<sup>2</sup>.

**QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA**  
Mediante legislação federal, estadual ou municipal a ser formulada, as atividades de construção com consequências diretas na qualidade estrutural (desenvolvidas por mestres e encarregados de estruturas e fundações, armadores, soldadores, montadores, vibradoristas, operadores de betoneira, bombas e caminhões betoneira, operadores de concreto projetado, laboratoristas, etc) deverão ter a mão-de-obra reciclada e pré-qualificadas periodicamente em seus conhecimentos, por órgãos apropriados tipo SENAI com o apoio das universidades e associações técnicas, cabendo a fiscalização da utilização de mão de obra qualificada aos Sindicatos da Construção, e ao CREA a punição do empregador no caso do não atendimento.

**APERFEIÇOAMENTO DO ENSINO DE ENGENHARIA CIVIL**

Por meio de medidas nacionais a serem implantadas via MEC, a introdução no último ano da engenharia, de uma ou mais disciplinas versando sobre segurança, vida útil, patologias e terapias das estruturas. Treinamento e atualização contínua de todos os professores das disciplinas relacionadas a fundações, estruturas e materiais de construção, a ser financiado pelo CAPES e CONFEA, com o apoio de universidades e institutos ligados à difusão técnica como IBRACON, ABECE, IBAPE, ABENGE, ABMS, IPT, etc. Ampliação da exigência da participação de Doutores como professores das disciplinas que envolvam segurança e durabilidade das estruturas, tendo como meta a totalidade até 2.015.

**ATUALIZAÇÃO PROFISSIONAL**

Por meio de medidas permanentes de conscientização profissional e controle das habilitações profissionais encabeçadas e patrocinadas pelos CREAs, implantar um amplo incentivo aos programas de educação continuada nas universidades e entidades reconhecidas competentes e preocupadas com a segurança das obras civis, visando o aprimoramento profissional.

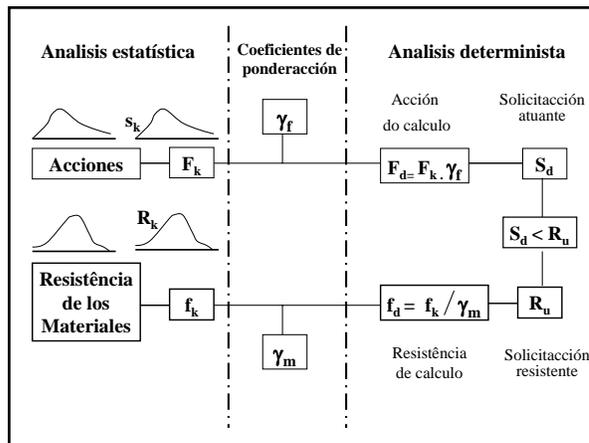
**REGRAMENTO TÉCNICO**

Considerando a necessidade absoluta do estabelecimento de regras técnicas para as atividades da Inspeção em Obras Civis no País, padronizando definitivamente conceitos e atividades no sentido da garantia de segurança, torna-se imprescindível a elaboração, via ABNT, de Norma Brasileira de Inspeção de Obras Civis, a qual poderá introduzir conceitos como da inspeção de conformidades da obra mediante vistoria e análise da documentação técnica, e assim abranger as fiscalizações de conformidades técnicas do projeto e execução, inclusive conclusão de obras, de conformidades legais e normativas e ainda de manutenção.

# Introdução da segurança no projeto estrutural

## Primeiras Normas sobre Estruturas de Concreto

- 1903 → Suíça
- 1903 → Alemanha
- 1906 → França
- 1907 → Inglaterra



### fib (CEB-FIP) Model Code 1990

bulletin d'information 213/214, May 1993

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c \quad \gamma_c = 1,5$$

$$\sigma_{cd} = 0,85 \cdot f_{cd}$$

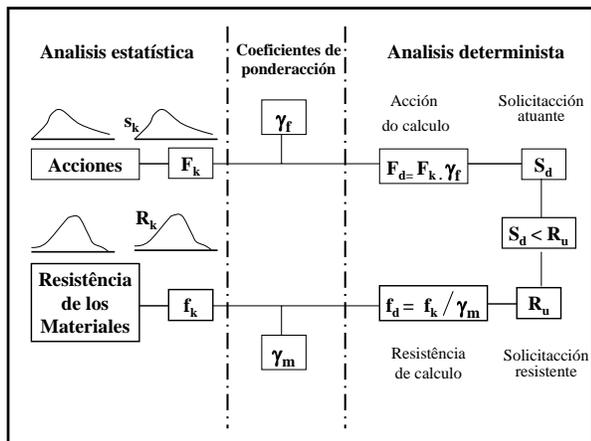
para  $f_{ck} = 25 \text{ MPa} \rightarrow$   
 $f_{c,ef} \text{ (estrutura)} \approx 17 \text{ MPa}$

$$\gamma_c = \gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2} \cdot \gamma_{c3}$$

$$(1.23) \cdot \gamma_{c1} \rightarrow s_{c,ef} \text{ da estrutura} \geq s_c$$

$$(1.07) \cdot \gamma_{c2} \rightarrow f_{c,ef} \text{ (est.)} \neq f_c \text{ (c.p.)}$$

$$(1.13) \cdot \gamma_{c3} \rightarrow \text{dúvidas sobre R}$$



# Conclusões

**1.**

A inspeção periódica pode confirmar ou não as hipóteses iniciais e é decisiva para a segurança, estabilidade e responsabilidade;

**2.**

Deveria seguir um plano tipo “assistência pós-venda” na qual seria dado uma garantia desde que as “revisões” fossem feitas dentro de certos critérios e prazos.

**3.**

Cabe ao poder público zelar pela segurança da sociedade e cuidar da proteção do patrimônio construído.