




UNIPÊ
Centro Universitário
de João Pessoa

III WORKSHOP DE
**ENGENHARIA CIVIL
DO UNIPÊ**

Aprendendo com o incêndio e colapso do Edifício Paes de Almeida



"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"


Paulo Helene
*Diretor PhD Engenharia
Conselheiro Permanente IBRACON
Prof. Titular Universidade de São Paulo
Gestor e Ex-Presidente ALCONPAT Internacional
Diretor Técnico do Instituto Brasileiro do Concreto
Member fib(CEB-FIP) Model Code for Service Life Design
Conselheiro da CNTU e SEESP*

Audatório Unipê 29 de outubro de 2018 João Pessoa/PB

1

Concreto Armado: como começou? *propaganda da época*

patente na Bélgica
do concreto
armado em 8
agosto de 1892



**François
Hennebique**
25.04.1842
07.03.1921 (78 anos)

Il développe le *Système Hennebique*, qui vont constituer les précurseurs
de béton armé. Installe son entreprise avec le slogan:

« plus d'incendies désastreux »

nunca mais incêndios desastrosos

2



Système Hennebique
Paris, Rue Danton1

7 andares
França 1.900
30m

$f_{ck} = ?$
118 anos !

*edifício em concreto
armado mais antigo do
mundo*

3



4

Mortes em situação de Incêndio

1. Asfixia / toxidez
2. Pânico / pisoteamento
3. Queimadura

4. Colapso (evacuação, rescaldo “bombeiros”)
proteção ao “patrimônio”

5



Edifício ANDRAUS

**São Paulo, Brasil
1972**

**Estrutura de Concreto
Armado**

**32 andares de escritórios
115 m**

**Construção: 1957-1962
Incêndio: 24 Fev. 1972**

***duração: 4h
240min***

***em uso
nada colapsou***

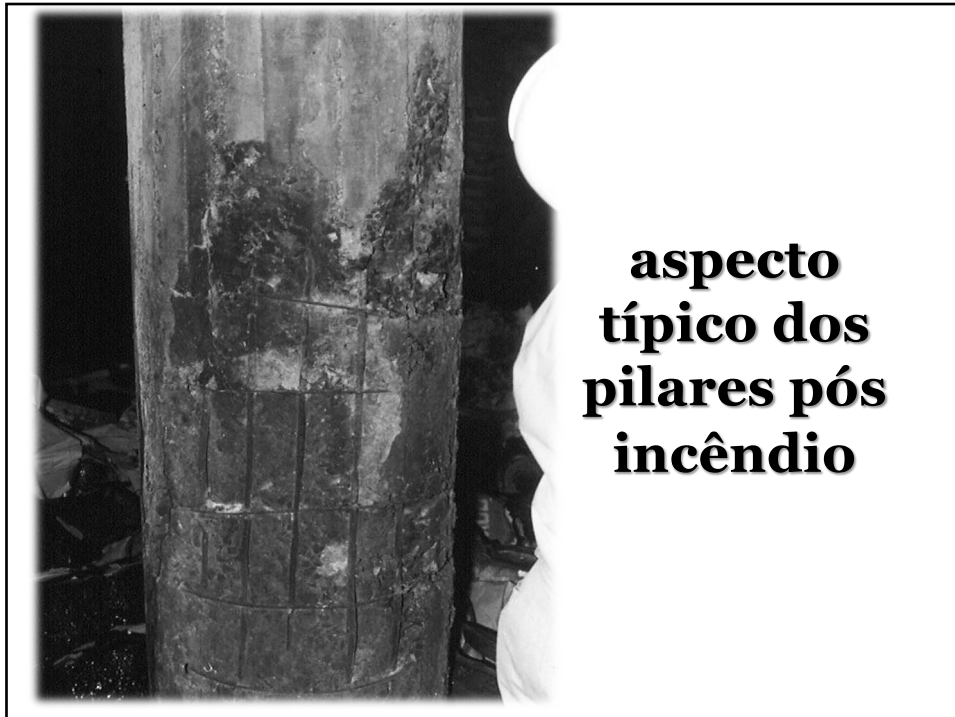
6



7



8



**aspecto
típico dos
pilares pós
incêndio**

9



aspecto típico das vigas

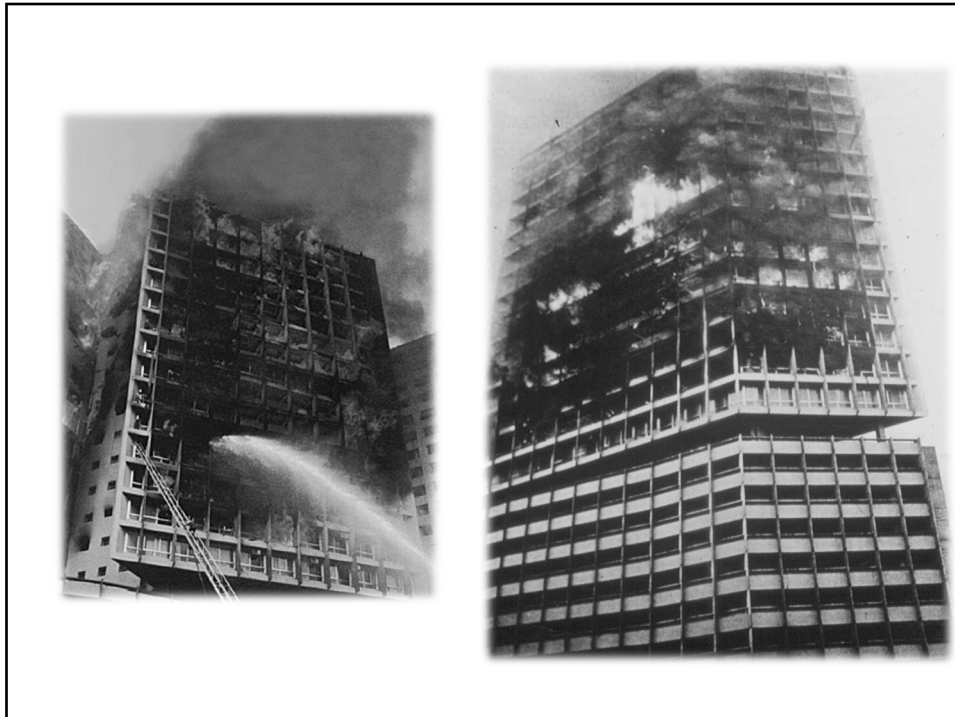
10



11



12



13



Edifícios da CESP

**São Paulo, Brasil
1987**

**Estruturas de concreto
armado
Inaugurada 1956**

**Sede I: 19 pavimentos,
80m de altura
Sede II: 21 pavimentos,
87m de altura**

Incêndio: 21 mai. 1987

**duração: 7h00
420min**

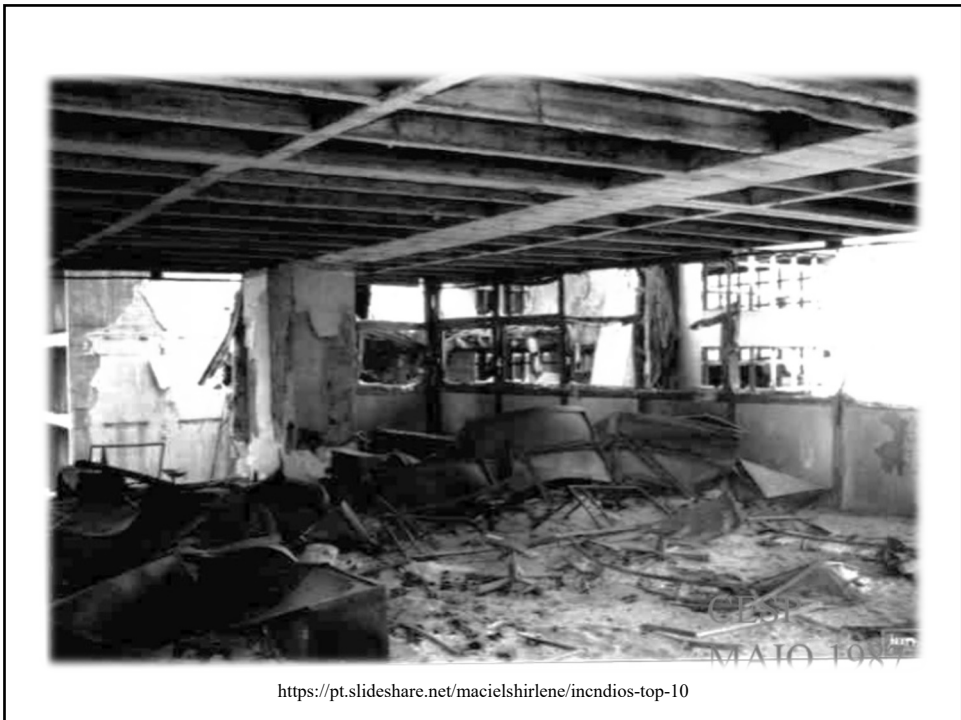
**em uso
Colapso parcial**

14



https://pt.wikipedia.org/wiki/Inc%C3%AAndio_no_edi%C3%ADcio_da_CESP

15



<https://pt.slideshare.net/macielsirlene/incndios-top-10>

16



17



18



19



20



“ the reinforced concrete structure, columns, beams and slabs under 16h severe fire condition , could perform well and no collapse”

... “the penetration of the damaged, is heterogeneous and vary from 1.5cm in 19 floor to 3 cm in 12 floor...”

Dra. Cruz Alonso. IET.

21



Parque Central Torre Torre Leste

**Parque Central
Construção: 1979
Altura: 221 m
56 andares**

**Incêndio: 22 andares
Duração: 20h
Zona sísmica: IV
Caracas
Venezuela
17.10.2004**

***concreto não colapsou
recuperado e em uso***

22



23

No domingo, 17 de outubro de 2004 às 00:05 da manhã, o incêndio iniciou no 34º andar da Torre "Este" do Parque Central, Caracas, Venezuela. O incêndio se extinguiu por si mesmo no final do domingo, cerca de 8 h da noite.

O incêndio transpassou uma macro laje de refúgio contra incêndio construída em concreto no 39º andar e permaneceu descontrolado até o 56º andar, até que se esgotou o material combustível.

24



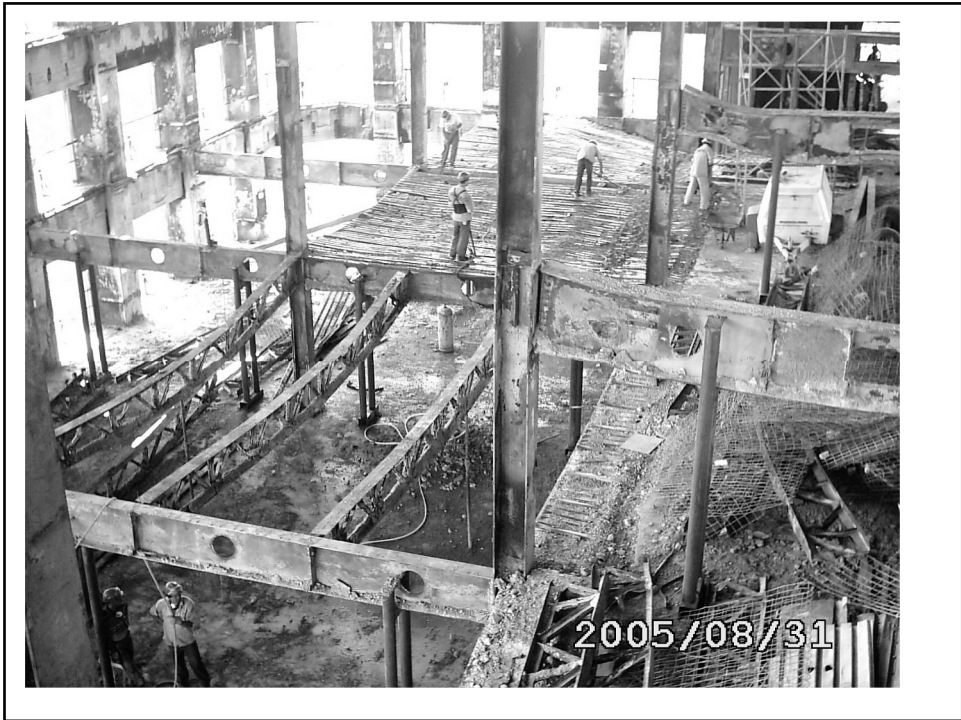
25



26



27



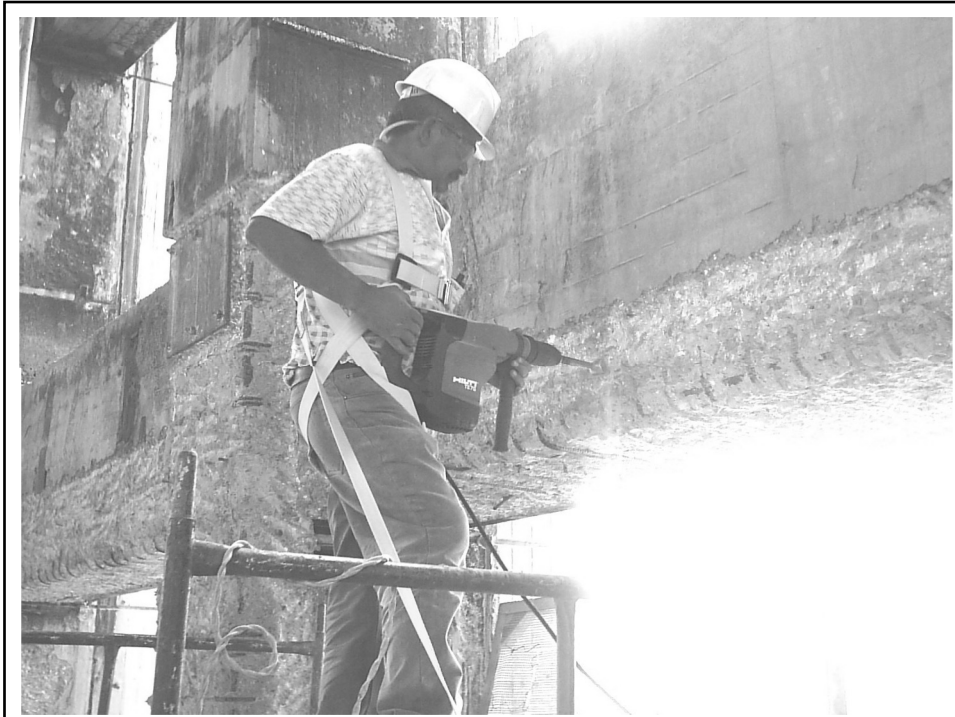
28




29



30



31



**World Trade Center
2001**

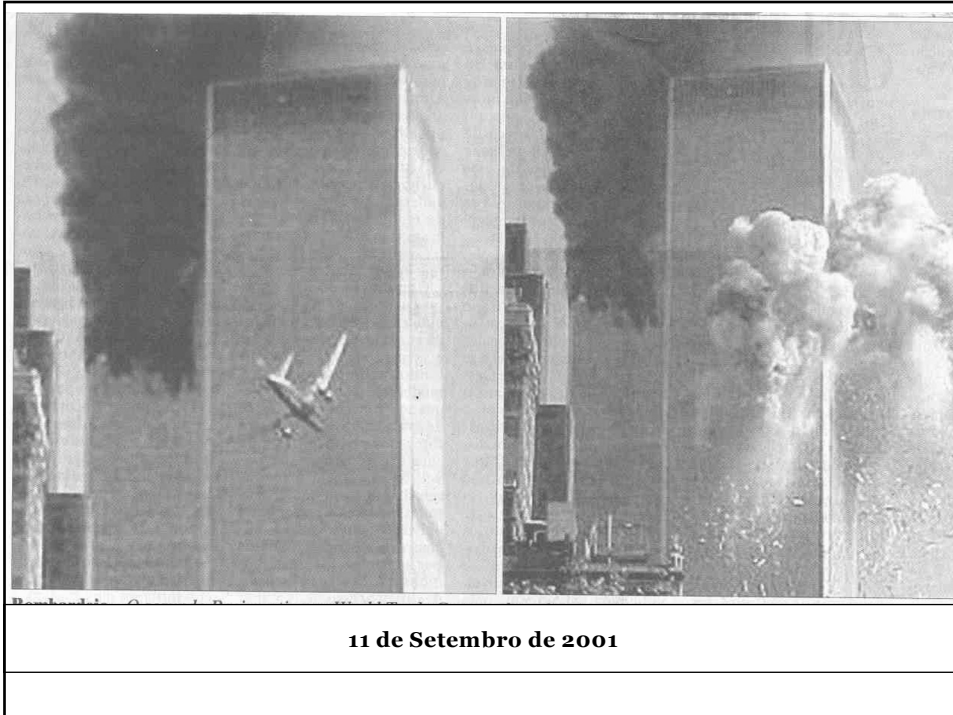
**Nova Iorque, EUA
Construção: 1973
Estrutura metálica
110 andares
6 subsolos**

**Construção: 1966 a 1973
incêndio 11 Set. 2001**

***Duração do incêndio
Torre NorteWTC1: 102min
Torre SulWTC2: 56min
TorreWTC 7: 8h***

colapsaram

32



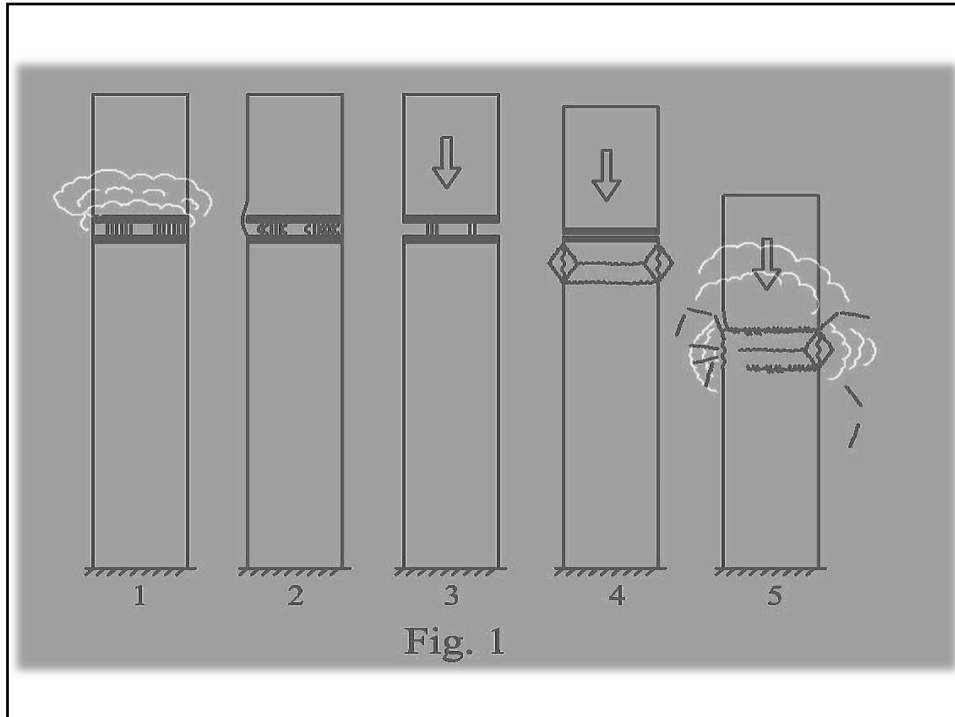
33

Resistência e Estabilidade

Medidas indicaram que o impacto do Boeing 767-200 submeteu o edifício a vibrações semelhantes às de um sismo de índice 2,4 escala Richter

Essa vibração induzida teve uma amplitude da ordem da metade da máxima considerada pelo efeito do vento

34



35

Normalização nacional

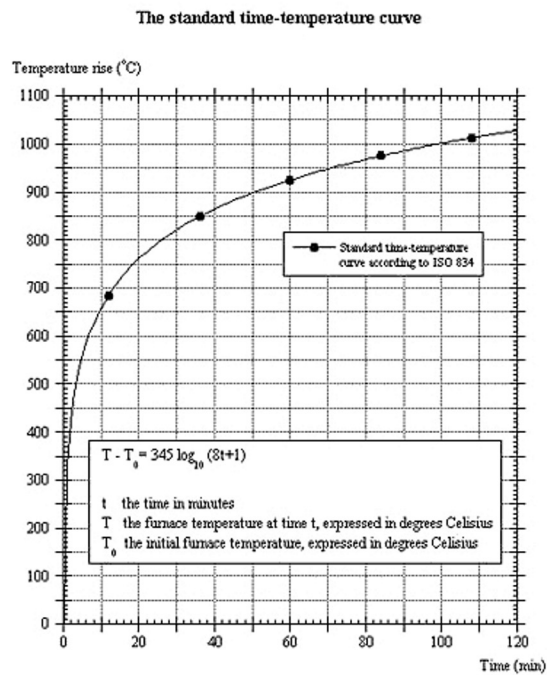
- **ABNT NBR 5628:2001**
Componentes construtivos estruturais – determinação da resistência ao fogo
- **ABNT NBR 14432:2001**
Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento
- **ABNT NBR 15200:2012**
Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio
- **INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 08/2011**
Resistência ao fogo dos elementos de construção

36

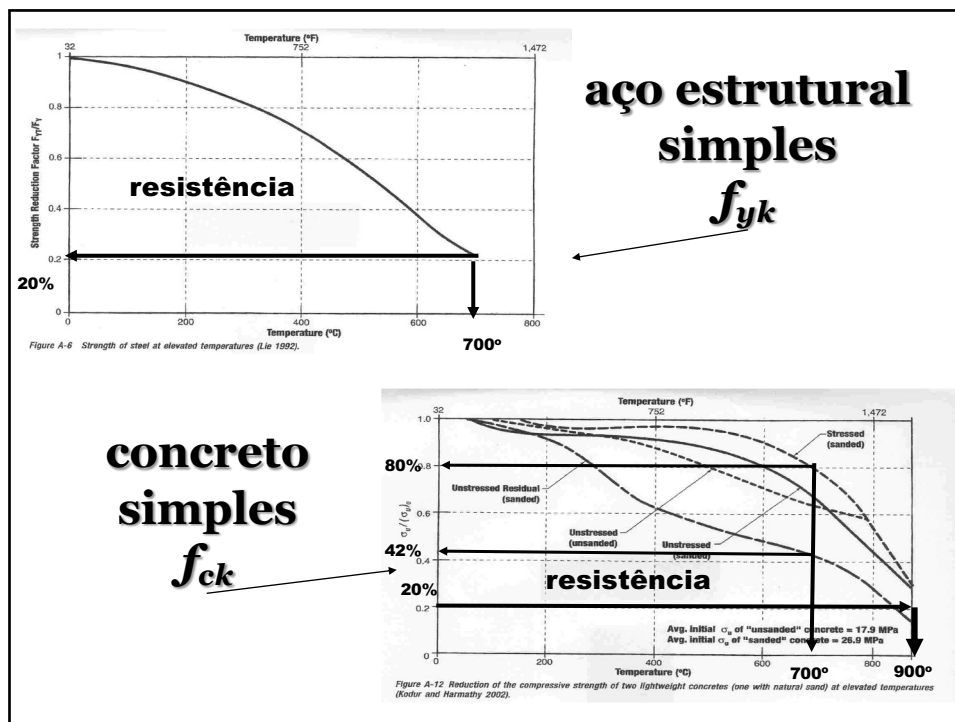
**Incêndio
padrão**

**Crescimento
da
temperatura**

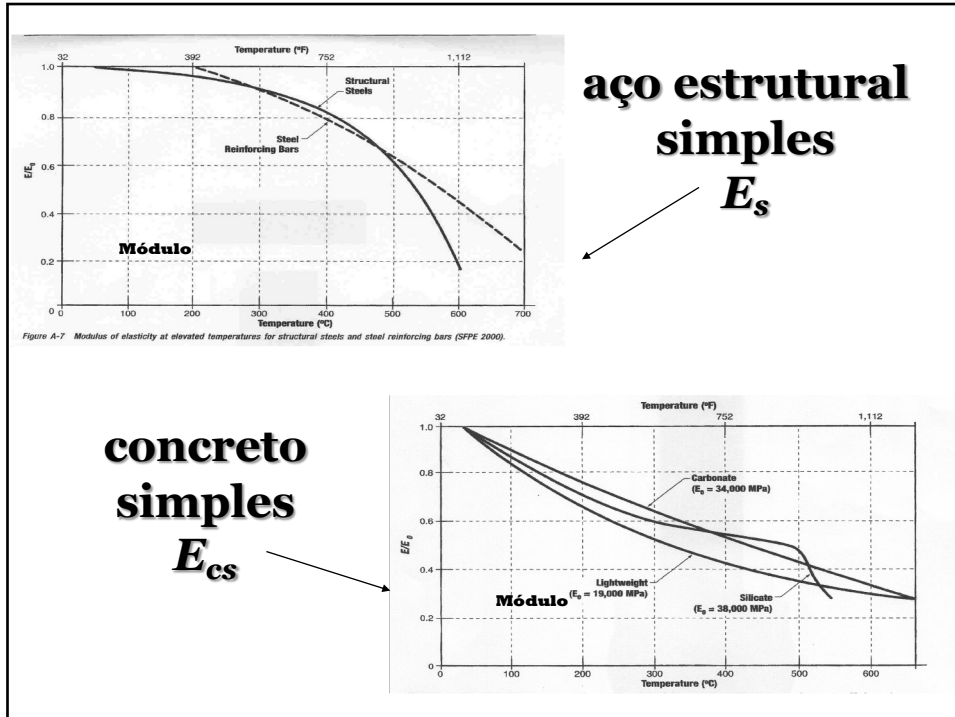
Curva ISO 834



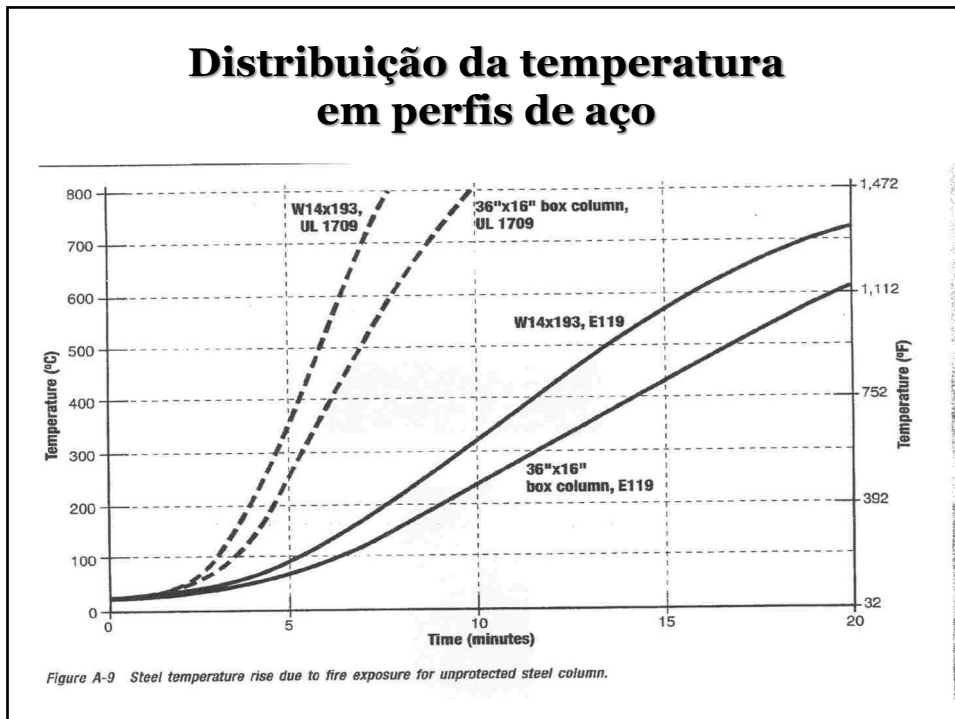
37



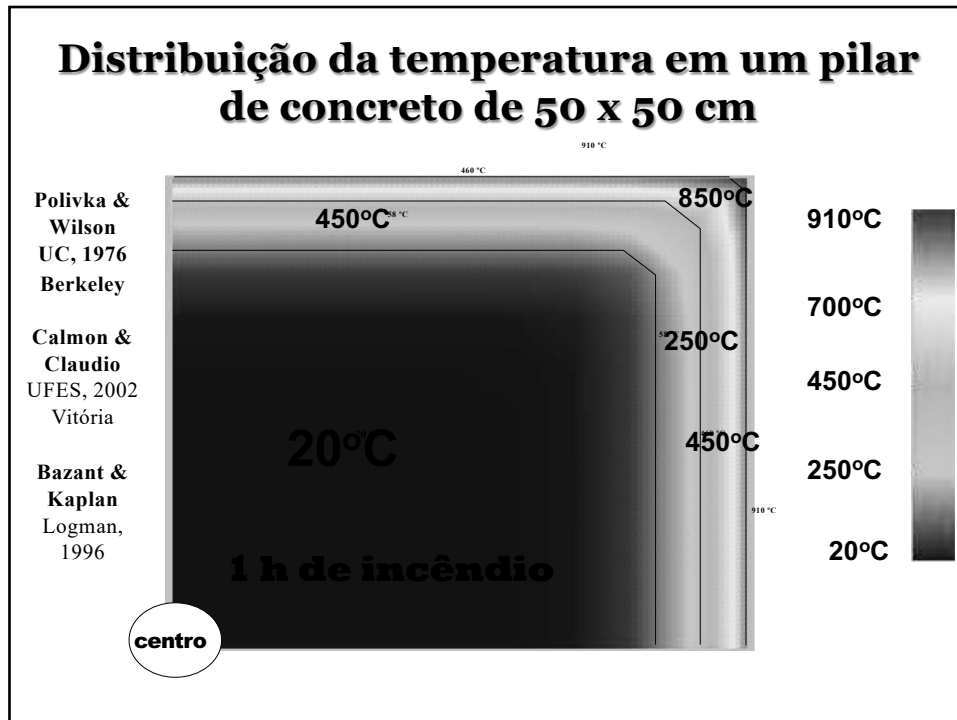
38



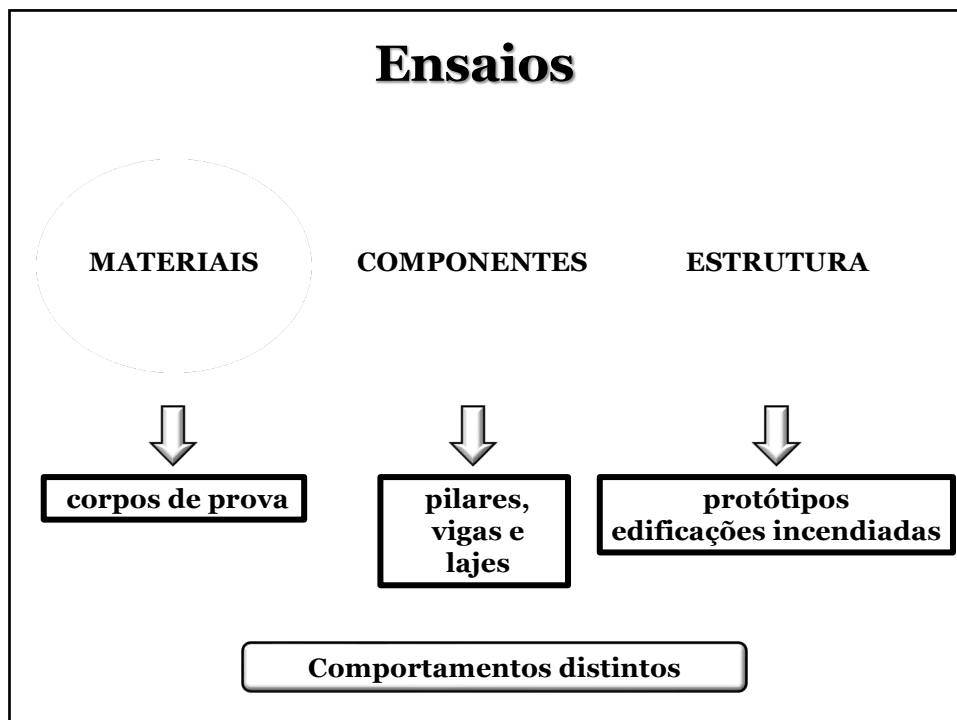
39



40



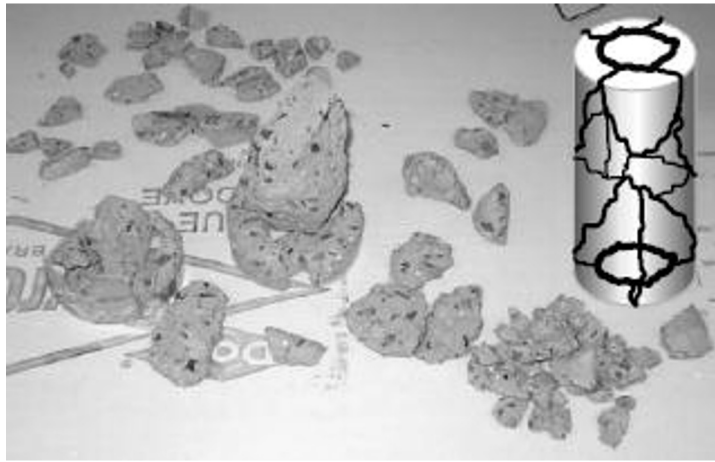
41



42

Constatações

ensaios
em
corpos
de
prova !



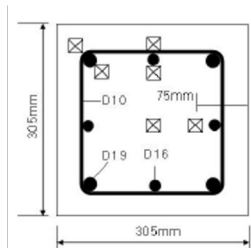
(Phan, 2002)

ensaios < 91 dias

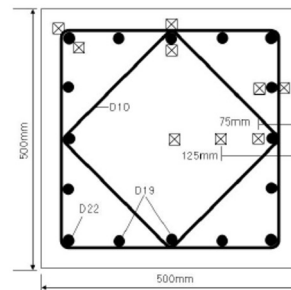
43

Constatações

dimensões/seção transversal



30,5 cm x 30,5 cm x 3,4 m



50 cm x 50 cm x 3,4 m

**pilares de 120 MPa
(mesmos concreto, taxa de aço
e intensidade de
carregamento)**

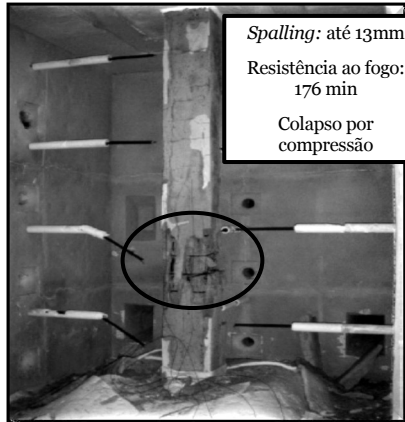
(Park et al., 2007)

ensaios < 91 dias

44

Constatações

dimensões / seção transversal
 f_{ck} 120 MPa



Spalling: até 13mm
Resistência ao fogo:
176 min
Colapso por
compressão



Spalling: de 0mm
até 5mm
Resistência ao fogo:
240 min
Não houve colapso

30,5 cm x 30,5 cm x 3,4 m

50 cm x 50 cm x 3,4 m

(Park et al., 2007)

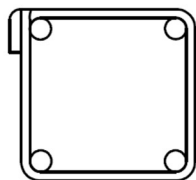
ensaios < 91 dias

45

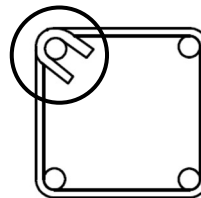
Constatações

detalhes / armadura

Elemento de concreto armado (pilar)



(a) Configuração convencional de estribos



(b) Configuração modificada de estribos

**espaçamento de estribos:
0,75 vezes do convencional**

(Kodur, 2005)

ensaios < 91 dias

46

Constatações



Configuração Convencional de Estribos

(Kodur, 2005)

f_{ck} 83 MPa

detalhes / **armadura**



Configuração Modificada de Estribos

ensaios < 91 dias

47

BETTER BUILT WITH CONCRETE

Last Updated: Aug 31st, 2004 - 18:25:55

The Cardington Fire Test

By Pal Chana and Bill Price, British Cement Association
Jul 15, 2003, 09:00

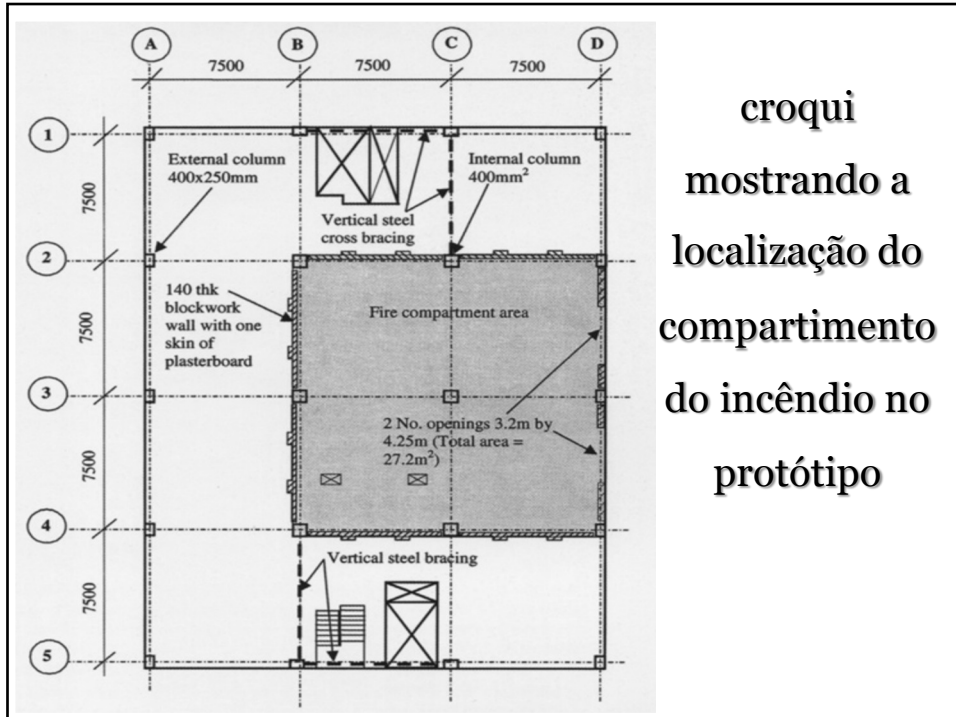
[Email this article](#)
[Printer friendly page](#)

- ✓ 7 pisos
- ✓ 25m de altura
- ✓ 3 x 4 de 7,5 m por 7,5 m
- ✓ Laje → espessura 15 cm
- ✓ Laje → $f_{ck} = 37$ MPa
- ✓ Vigas → $f_{ck} = 74$ MPa
- ✓ Cobrimento → 2 cm
- ✓ Pilares → $f_{ck} = 100$ MPa
- ✓ Cobrimento → 4 cm
- ✓ Agregados calcita e granito
- ✓ 2,7% fibras propileno
- ✓ umidade alta



Cardington Concrete Building Frame

48



croqui
mostrando a
localização do
compartimento
do incêndio no
protótipo

49



120 minutos de incêndio

50

1. estrutura de concreto suportou sem colapsar;
2. satisfaz a critérios de desempenho, estabilidade, isolamento/compartimentação e integridade;
3. *spalling* na laje do piso e teto;
4. pilares HPC (103 MPa) tiveram excelente desempenho;
6. laje conseguiu suportou cargas de projeto com flechas residuais da ordem de 70mm

51

INVESTIGAÇÃO

Universidade de São Paulo

Brasil
2002 → 2010

PhD student: Carlos Britez
Supervisor: Paulo Helene

52

História



Edifício e-Tower

São Paulo, Brasil

2002

$f_{cm} = 125\text{MPa}$

world record

6 pilares em 7 pisos

2 meses jan/fev 2002

53



54

“ HPCC in Brazilian Office Tower”

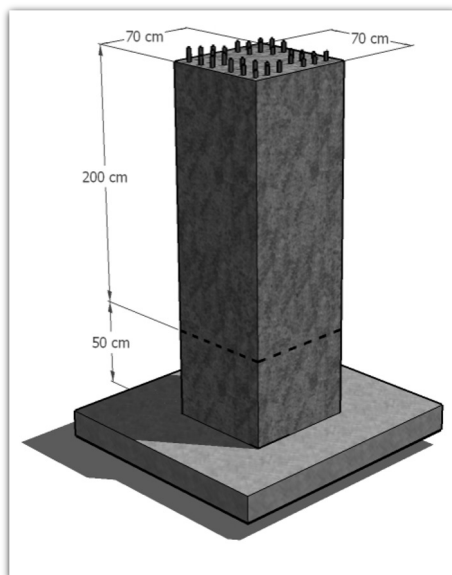
Concrete International.
ACI, American Concrete
Institute, v. 25, n. 12, p.
64-68, 2003

HELENE, Paulo &
HARTMANN, Carine



55

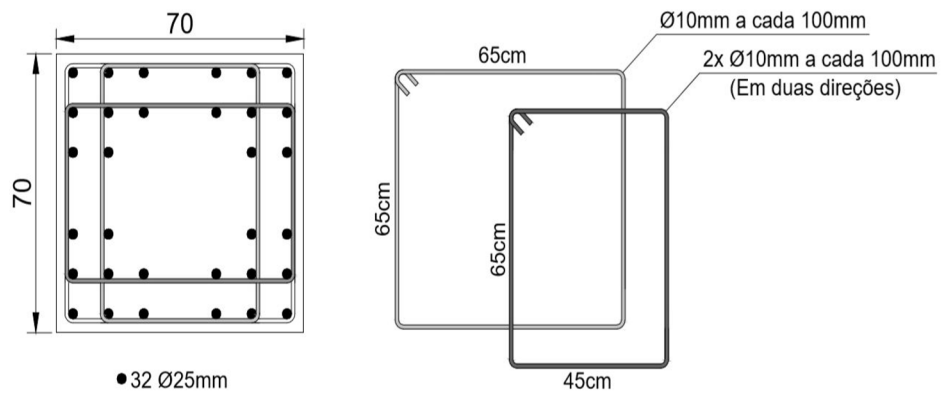
Pilar



- ✓ **70 cm x 70 cm**
- ✓ **altura: 2 m**
- ✓ **massa: 2.500kg**
- ✓ **idade: 8 anos**
- ✓ **$f_{ck,est} = 112$ MPa**
- ✓ **$f_{cm} = 125$ MPa**
- ✓ **cobrimento: 25 mm**
- ✓ **relação a/c = 0,19**

56

Seção transversal



geometria e configuração da armadura

57

Condições similares às reais

Pilar mantido em ambiente externo



58

Pilar: corte, içamento e transporte



fio diamantado



59

Testemunhos extraídos

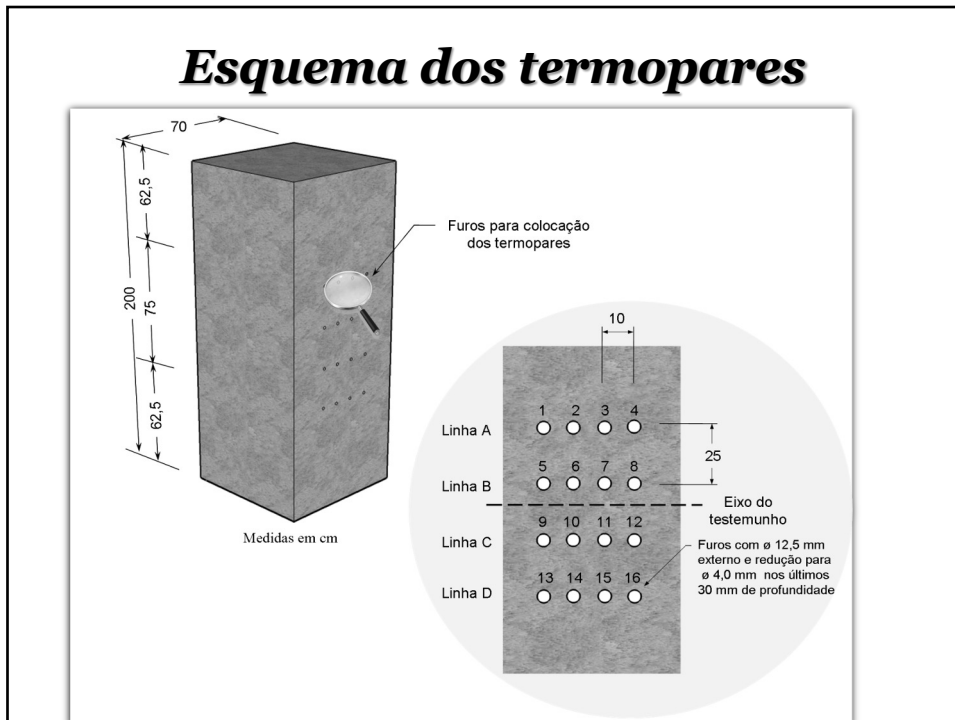


**Após 8 anos
140 MPa**



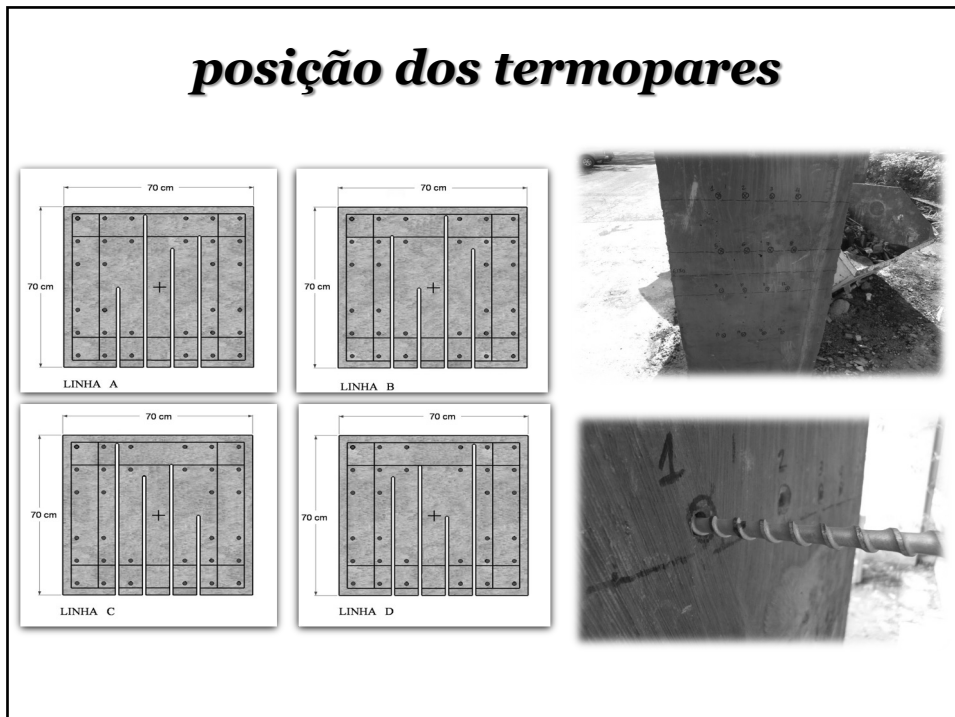
60

Esquema dos termopares



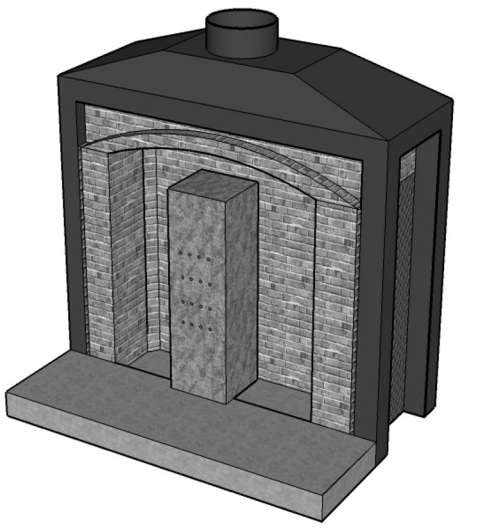
61

posição dos termopares



62

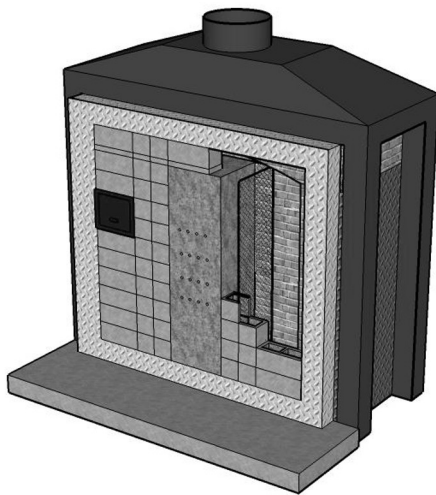
posicionamento no forno



- ✓ forno IPT (tradição)
- ✓ sem carregamento
- ✓ Exposição: 3 faces
- ✓ Curva padrão ISO 834
- ✓ Simulação: 180 minutos

63

forno de labareda a gás

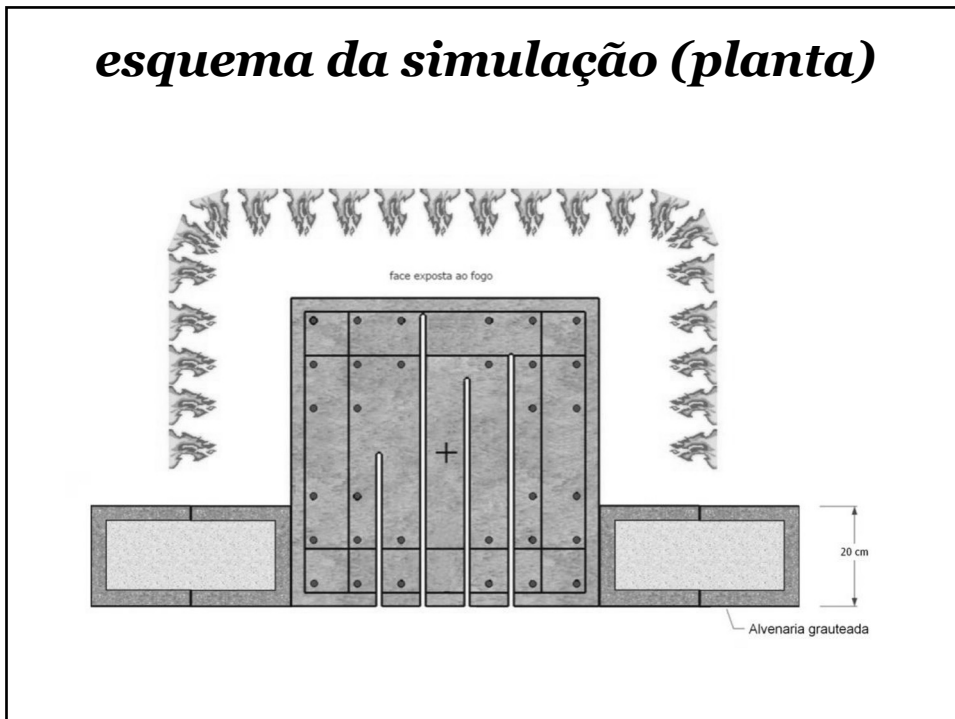


- ✓ alvenaria fechamento refratário
- ✓ gaiola de segurança
- ✓ fibra cerâmica interna
- ✓ grauteamento
- ✓ preenchimento com areia
- ✓ janelas de alívio

64

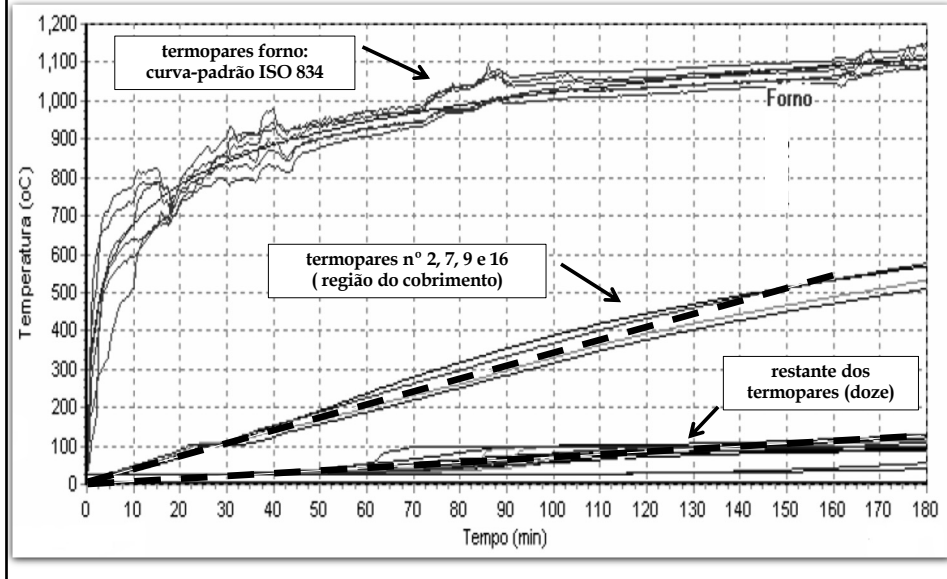


65



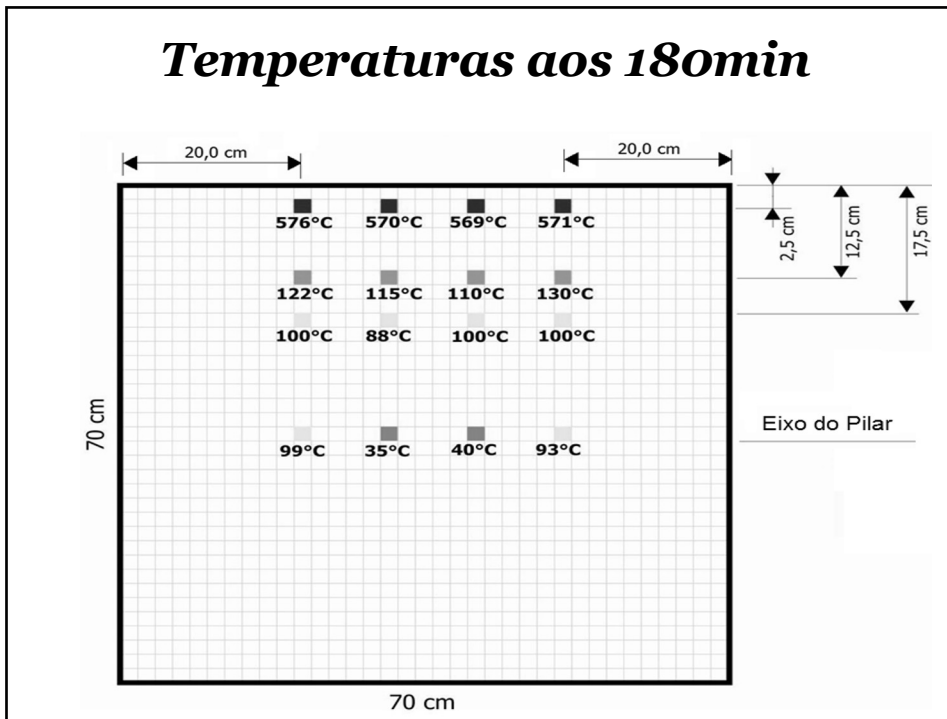
66

Evolução das temperaturas



67

Temperaturas aos 180min



68

Integridade



arestas perfeitas

69

Integridade depois de 180min



- ✓ spalling muito superficial
- ✓ ocorrência: 36 min (inicial)
- ✓ som “pipocamento”
- ✓ arestas intactas
- ✓ profundidade: de 0 a 48 mm
- ✓ média do deslocamento superficial 9,3 mm

70



71

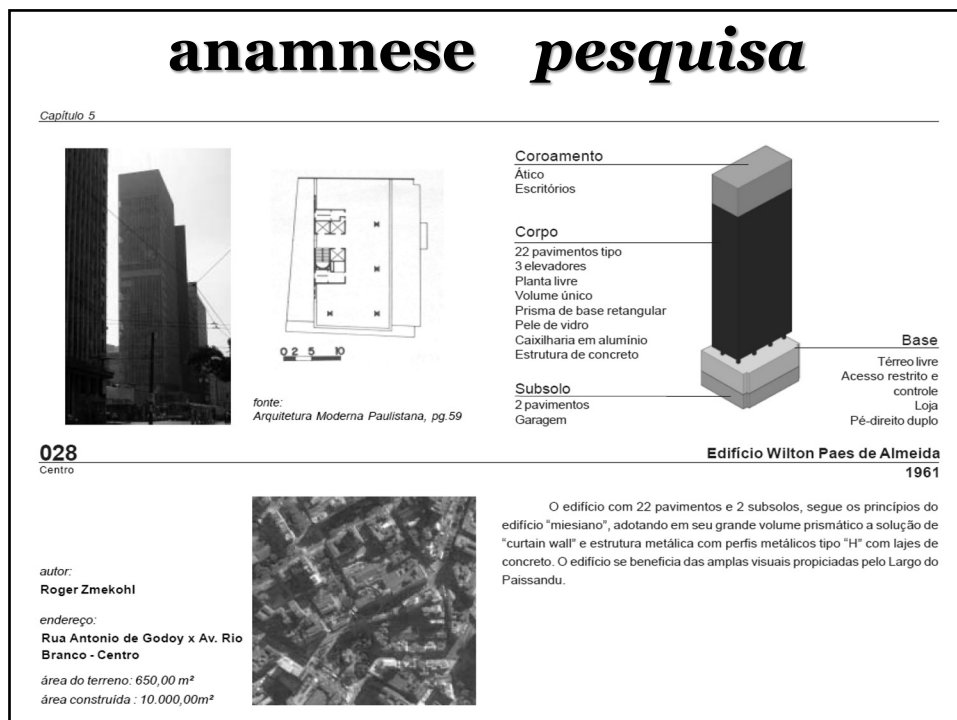
Ficha Técnica

- Projeto arquitetônico: Roger Zmekhol
- Construção: Morse & Bierrenbach
- **Projeto estrutural: ????**
- Execução: 1961 - 1965
- Andares: 24
- Área do terreno: 650 m²
- Área construída: 12.000 m²
- Tombamento: 1992
- Desabamento: 01.05.2018

72



73



74

anamnese pesquisa

Edifício Wilton Paes de Almeida (1961): projeto de Roger Zmekohl localizado na Rua Antonio de Godoy esquina com Avenida Rio Branco. O edifício com 22 pavimentos e 2 subsolos, segue os princípios do edifício "miesiano", adotando em seu grande volume prismático a solução de "curtain wall" e estrutura metálica com perfis metálicos tipo "H" com lajes de concreto.



Edifício Wilton Paes de Almeida (fig.80)

75

<http://www.arquivo.arq.br/edificio-wilton-paes-de-almeida>

ARQUIVO

HOME PROJETO_S ARQUITET_S SOBRE CONTATO

Edifício Wilton Paes de Almeida

ARQUITETO: Roger Zmekohl
ANO: 1961
ÁREA DO TERRENO: 650 m²
ÁREA CONSTRUÍDA: 12.000 m²
Nº DE PAVIMENTOS: 2
USO: Serviços
PAISAGISMO: Não possui
ARTE:
CONSTRUÇÃO: Morse & Bierrenbach
LOCAL: Rua Antonio de Godói (esq. Av. Rio Branco) - nº 22 - República - São Paulo - SP - Brasil
ESTRUTURA: Metálica com lajes em concreto
PROJETO ESTRUTURAL:
PERÍODO DE CONSTRUÇÃO: 1961 - 1968
ESTADO DE CONSERVAÇÃO: Péssimo
DESCARACTERIZAÇÃO: Baixa
CONCURSO:
PUBLICAÇÕES:
- Acrópole, nº 323, p 34-37, nov 1965.
- FIALHO, Roberto Novelli. Edifícios de escritórios na cidade de São Paulo. Tese (Doutorado), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de São Paulo, 2007.

76

anamnese pesquisa

Aleteia

CURIOSIDADES

A trajetória do prédio que desabou no centro de São Paulo

São Paulo Antiga | Maio 02, 2018



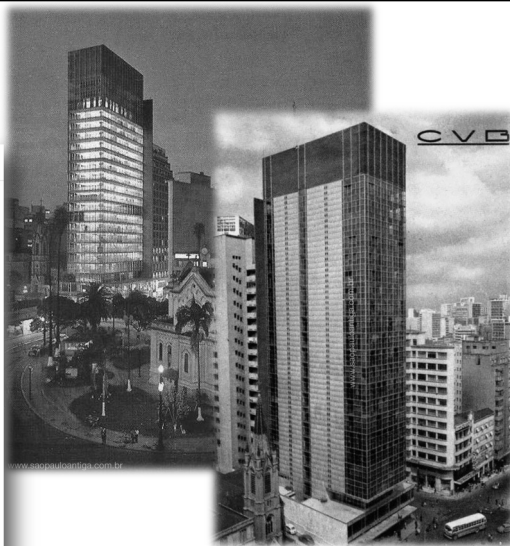
Edifício Wilton Paes de Almeida - reprodução

Compartilhar 511

Comentar 1

Conheça a história e veja fotos inéditas do Edifício Wilton Paes de Almeida

<https://pt.aleteia.org/2018/05/02/a-trajetoria-do-predio-que-desabou-no-centro-de-sao-paulo/>



BIBLIOGRAFIA CONSULTADA:

- O Estado de S. Paulo – 28/02/1961
- O Estado de S. Paulo – 03/07/1965
- O Estado de S. Paulo – 12/05/1979

77

We use cookies to improve our website and your experience when using it. By continuing to navigate this site, you agree to the cookie policy. To find out more about the cookies we use and how to delete them, see our [cookie policy](#).

CURIOSIDADES

A trajetória do prédio que desabou no centro de São Paulo

São Paulo Antiga | Maio 02, 2018

Conheça a história e veja fotos inéditas do Edifício Wilton Paes de Almeida

Quando pensamos em edifícios modernos e arrojados logo vislumbramos regiões como a Avenida Paulista, Berrini e Faria Lima. Entretanto o centro de São Paulo também possui exemplos notórios de arquitetura de vanguarda.

São construções que debutaram principalmente na década de 1960, época em que São Paulo ainda crescia a passos largos e ainda carregava o apelido de "Paliteiro da América Latina".

Curiosamente das 5¹ principais construções desta época, três foram palco de tragédias: Os Edifícios Joelma, Andraus e, em 2018, o Wilton Paes de Almeida. E é este último que iremos abordar neste artigo:

Ousado projeto arquiteto Roger Zmekhol, o Wilton Paes de Almeida partiu de uma obra onde foi aproveitado o máximo do pequeno espaço disponível para se erguer um arranha-céu, em uma área da cidade já densa e com poucos terrenos ainda disponíveis para a construção de edifícios.

Zmekhol projetou em um terreno de 650 m², um gigante de estrutura metálica com lajes de concreto.

Sua construção foi iniciada em 1961 e concluída em 1968, já no final da década, sendo realizada pela Morse & Bierrenbach. O prédio leva o nome do banqueiro Wilton Paes de Almeida, um de seus idealizadores e investidores que faleceu em 1965, antes da inauguração do edifício.

78

Estrutura mista de concreto e aço contribuiu para que prédio caísse mais rápido, diz especialista

Renata Moura
Da BBC Brasil em Londres

Há 1 hora



O incêndio e o subsequente desabamento de um prédio de 24 andares no centro de São Paulo nesta terça-feira foram uma "tragédia anunciada" pela falta de sistemas de proteção antifogo, por falta de ação do poder público e pela estrutura mista de concreto e aço do edifício, menos resistente ao fogo.

A análise é do professor de engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) e especialista na área há 30 anos, Paulo Helene.

Projetado nos anos 1960 para uso comercial, o edifício Wilton Paes de Almeida já funcionou como sede da Polícia Federal e do INSS. Abandonado há pelo menos 17 anos, ele foi

BBC

1º
maio
2018
14:30h

79

**16h do dia 1 de maio de 2018
metálicos !?!**



80

BRASIL

Especialistas ainda tentam decifrar por que prédio em SP desabou em tão pouco tempo

Renata Moura e João Fellet
Da BBC Brasil em Londres e São Paulo

4 maio 2018



O texto e o título da reportagem foram alterados após o professor Paulo Helene, ex-presidente da Associação Latino-Americana de Patologias das Construções, ter revisado sua avaliação anterior e afirmado não ter encontrado vestígios das estruturas de metal que poderiam ter levado à queda do edifício em tão pouco tempo. Após ser alertada pelo professor sobre a mudança em sua avaliação, a BBC Brasil fez alterações no texto original.

Conforme os bombeiros avançam nas buscas por desaparecidos do incêndio no edifício Wilton Paes de Almeida, na última terça-feira - na manhã dessa sexta, o corpo da primeira vítima foi encontrado.

81

anamnese pesquisa

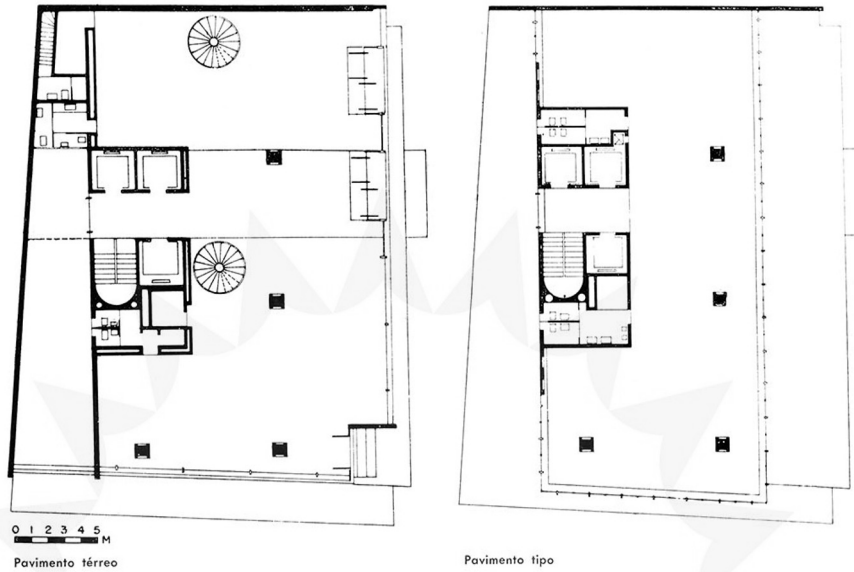
acrópole



Revista Acrópole Número 323 Ano 27 Novembro 1965

82

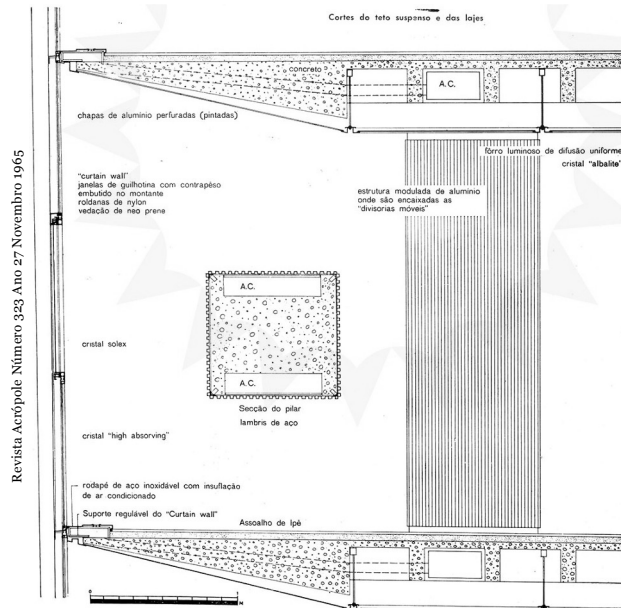
anamnese pesquisa



Revista Acrópole Número 323 Ano 27 Novembro 1965

83

anamnese pesquisa



Revista Acrópole Número 323 Ano 27 Novembro 1965

84



85



86



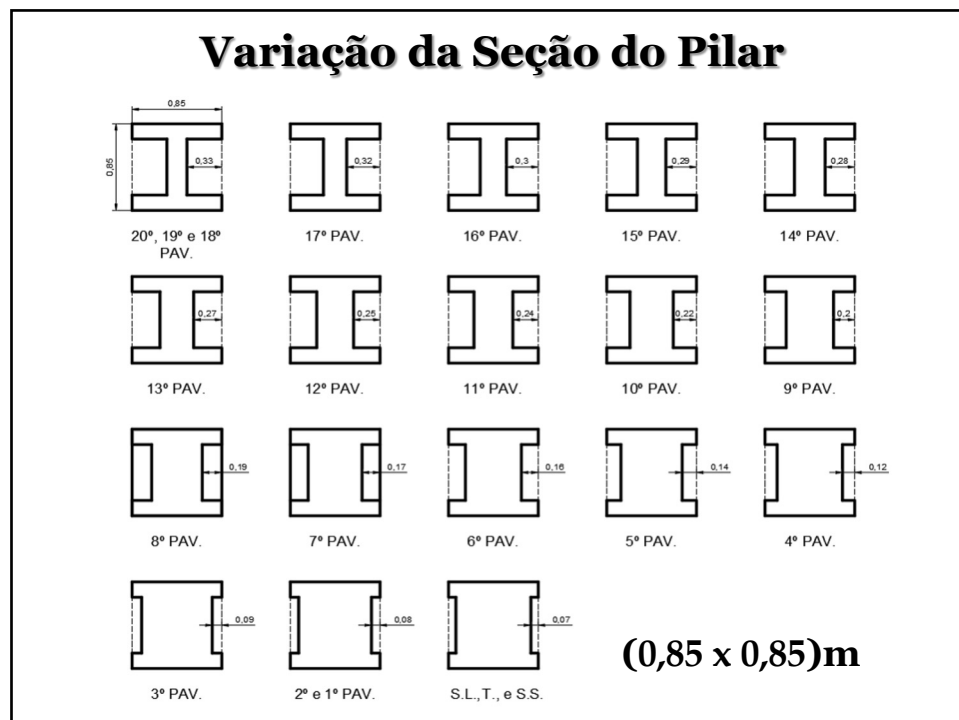
87



88

Geometria dos pilares

89



90

Histórico



91

Histórico de Usuários

Cronologia:

- 1968 – 1977: Companhia Comercial de Vidros do Brasil (ou CVB), Socomin, Banco Nacional do Comércio de São Paulo, Banco Mineiro do Oeste S/A e a Oleogazas
- 1980 – 2000: Caixa Econômica Federal
- 2000 – 2003: fechado SPU
- 2003 – 2006: Polícia Federal
- 2007 – 2013 : fechado (SPU)
- 2013 – 2018: invadido pelo MLSM

92

Invasão



93

Invasão



94

Invasão



95

Invasão



96

O Incêndio

Madrugada de 01/05/2018, 01:30h: incêndio que iniciou-se no 5º andar do prédio e alastrou-se pelos demais andares



97

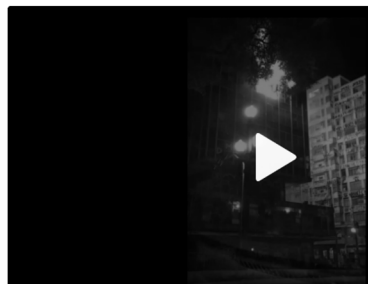
SÃO PAULO

Incêndio em prédio de SP foi causado por curto-circuito em tomada no 5º andar, diz secretário

Em depoimento, moradora disse que fogo começou em tomada onde estavam ligados TV, micro-ondas e geladeira.



Por César Galvão, TV Globo, São Paulo
03/05/2018 16h27 - Atualizado 03/05/2018 21h33



Edifício Wilton Paes de Almeida



98

Início às 1h30 (vídeo)



99

Desabamento às 2h50 (vídeo)



100



101



102

Após o desabamento...



103

Após o desabamento...



104

Após o desabamento...



105

Após o desabamento...



106

Após o desabamento...



107

Análise dos escombros

Diretor-técnico do Instituto Brasileiro do Concreto, Helene diz ter obtido autorização da prefeitura para colher materiais nos escombros. Os itens serão analisados em laboratório para que se elabore um diagnóstico sobre as causas da queda. Ele estima que a análise possa levar até um mês.

"Estamos falando de uma estrutura da década de 60 sobre a qual se tem pouca informação até agora. Queremos medir, por exemplo, a resistência e a porosidade do concreto, características que são importantes para conhecermos melhor o projeto e podermos chegar a alguma conclusão".



Incêndio no edifício Grenfell, em Londres, no ano passado: revestimento derivado de plástico teria contribuído para que o fogo se espalhasse rápido

**Termo de
Cooperação
(técnica e
científica)
entre a
Prefeitura
Municipal de
São Paulo,
SPObras,
Secretaria de
Infra
estrutura
Urbana e
IBRACON
Maio 2018**

108

coleta de amostras para ensaios



IBRACON



109

Plano de ensaios e investigação

- Levantamento geométrico laje, viga e pilar
- Conhecimento da armadura: ensaio de tração, dobramento, alongamento e ductilidade, composição química e metalografias
- Caracterização mineralógica do agregado
- Extração e ensaio de resistência à compressão, à tração e módulo de elasticidade
- Pacometria
- Ultrassom e módulo dinâmico
- Absorção de água, índice de vazios permeáveis e massas específicas
- Caracterização mineralógica por difratometria de raios X e análises térmicas por ATD-TG
- Reconstituição de traço e consumo de cimento
- Profundidade de carbonatação
- Análise do material granular
- Verificação (“especulação”) estrutural



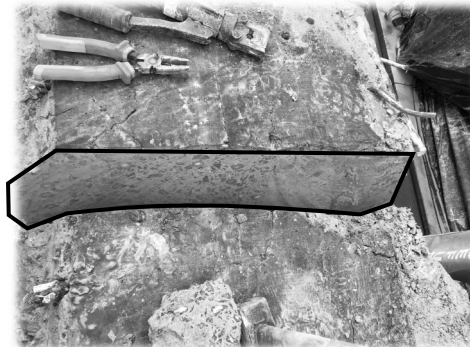
110

preparação da amostra



- ✓ Corte das barras com maçarico de acetileno
- ✓ Corte do concreto com fio diamantado

UPM Universidade
Presbiteriana Mackenzie



111

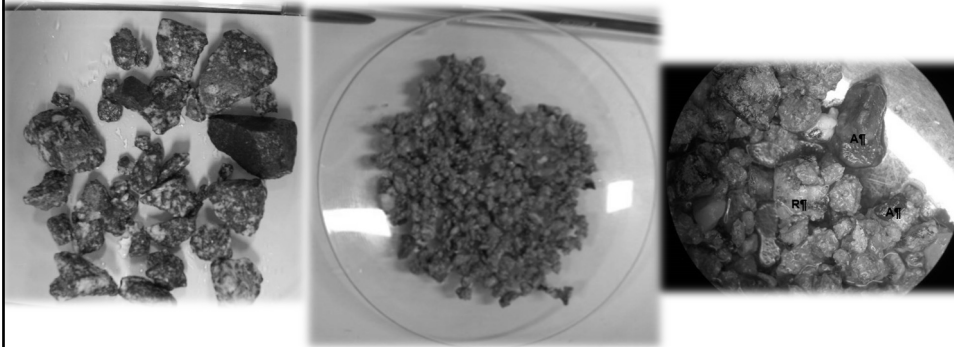
extração de testemunhos



**Universidade
Presbiteriana
Mackenzie
UPM**

112

análise petrográfica *Cláudio Sbrighi Neto*



- granito britado: rocha ígnea, $D_{max} = 25\text{mm}$
- areia grossa lavada de rio
- quartzo preservado: o concreto deve ter experimentado temperaturas inferiores a 573°C ;
- agregados não estavam fissurados ou lascados

113

reconstituição de traço

As amostras de concreto foram submetidas ao tratamento térmico e químico, seguindo procedimento da ABCP (POT-GT 3016).

TABELA 1- Reconstituição do traço em partes de massa

Identificação da amostra	Composição	
	Cimento	Agregados
Pilar	1	5,9
Estrutura	1	6,2

114

consumo de cimento e propriedades do concreto

TABELA 2 – Determinação da absorção, índice de vazios e massa específica – NBR 9778

Ensaio	Amostra		
	Pilar	Estrutura	Concreto Carlos Britez
Absorção após imersão e fervura (%)	6,52	6,68	
Índice de vazios após saturação e fervura (%)	14,75	15,21	17,75
Massa específica da amostra seca (g/cm ³)	2,26	2,28	2,21

considerando água de hidratação igual a 0,3

→ consumo de **309 kg/m³**

115

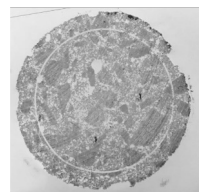
compressão



- ✓ ABNT NBR 7680 e NBR 5739
- ✓ Resistência média de 21,8MPa

$$f_{ck} = 15\text{MPa}$$

ABCP Associação Brasileira de Cimento Portland



116

tração



- ✓ ABNT NBR 7222
- ✓ Resistência média de 2,1MPa

ABCP Associação Brasileira de
Cimento Portland



117

ultrassom e módulo de elasticidade

Laboratório da PhD Engenharia, ensaio de ultrassom e calculado o módulo de elasticidade dinâmico, que em média foi de **27GPa** (equivalente a $E_{ci\ 0,3\ fc} = 24GPa$)

CP	Elongitudinal (GPa)	±	Eflexional (GPa)	±	Ultrassom (m/s)
08	19,8	0,13	12,31	0,13	3663
09	-	-	-	-	3788
10	-	-	-	-	3669

$$Vp = \sqrt{\frac{E(1 - \nu)}{\rho(1 - 2\nu)(1 + \nu)}}$$

Onde:

- ✓ Vp é a velocidade de onda longitudinal,
- ✓ E é o módulo de elasticidade,
- ✓ ν é o coeficiente de Poisson, e
- ✓ ρ é a massa específica do concreto.

118

espessura de carbonatação

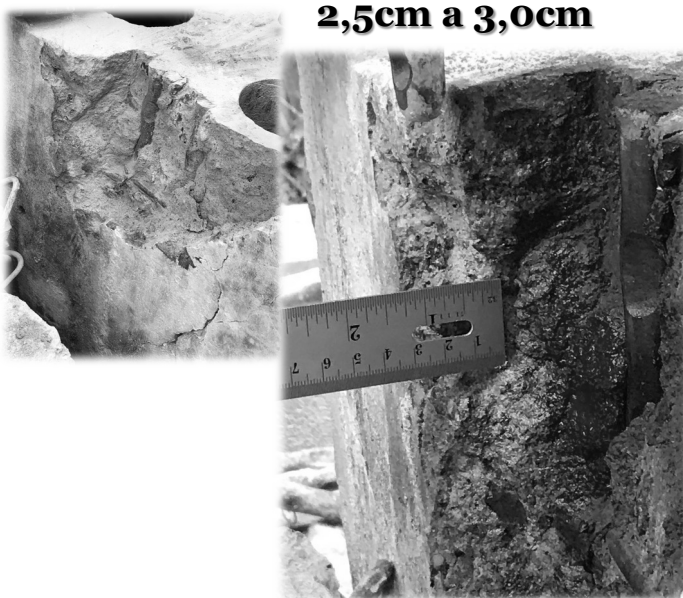


2,5cm a 3,0cm

**Universidade
Presbiteriana
Mackenzie
UPM**

119

espessura de carbonatação



2,5cm a 3,0cm

**Universidade
Presbiteriana
Mackenzie
UPM**

120

armadura

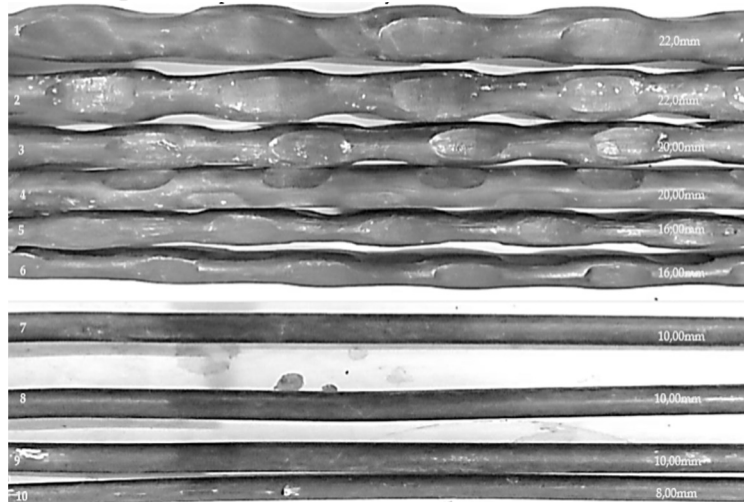
Barras longitudinais entalhadas com bitolas de 22, 20, e 16 mm. CA 60

Barras transversais lisas com bitola de 10 mm

CA 32

Barras complementares lisas com bitola de 8 mm.

CA 32

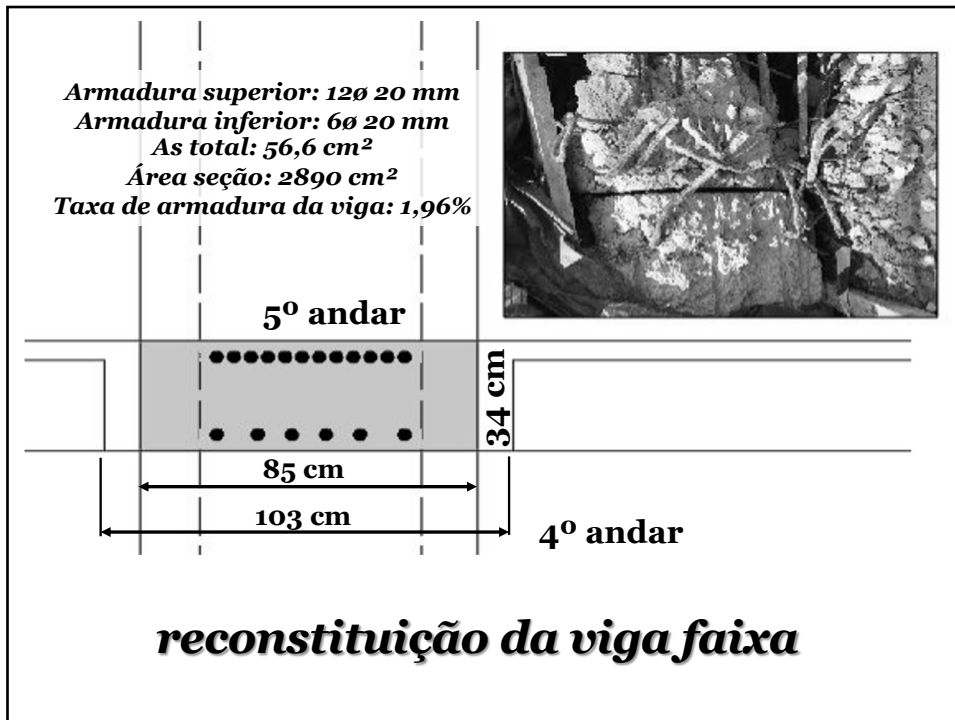


*Laboratórios
da
ArcelorMittal*

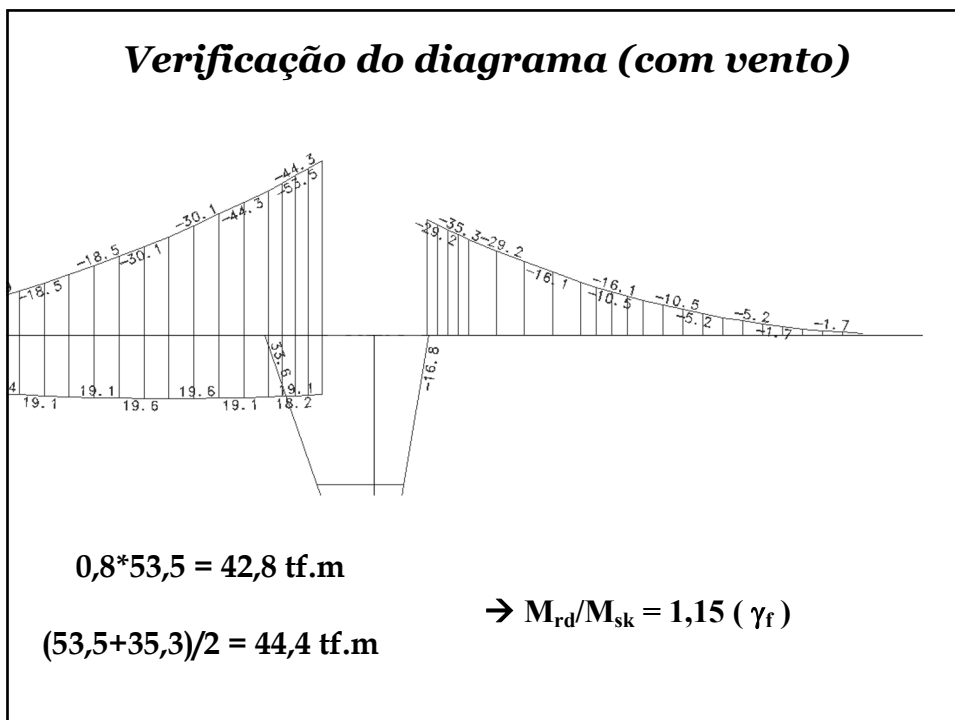
121

***reconstituição
da seção do pilar
e da viga faixa***

122

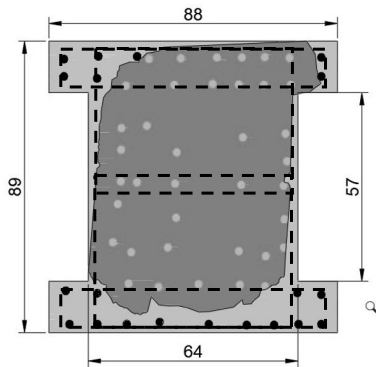


123



124

reconstituição da seção transversal



- Seção da amostra
- Possível seção original
- Barras presentes na amostra
- Possível posição das barras faltantes

$A_c \sim 6464 \text{ cm}^2$
 $A_s \sim 216,7 \text{ cm}^2$ (CA-60 57 \varnothing 22 mm)

$c = 0,5\text{cm a } 4,0\text{cm}$

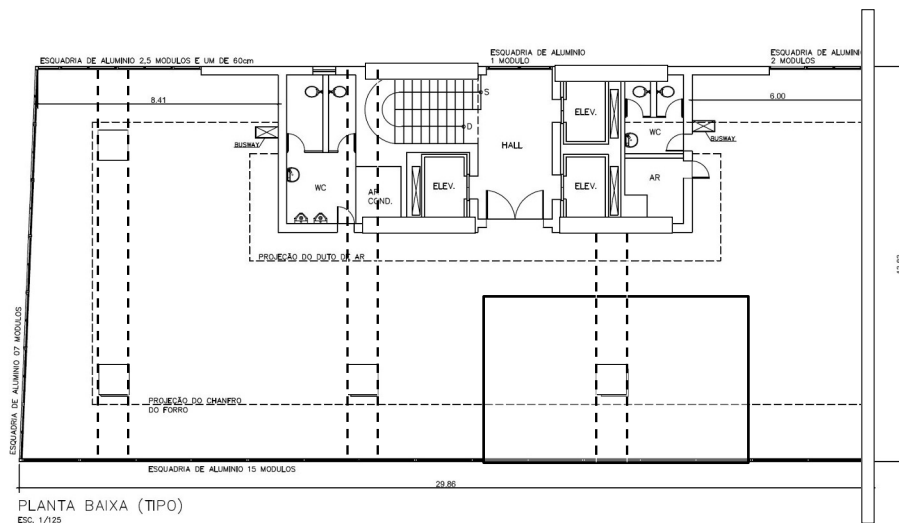
tramo de pilar do 5º andar

espessura calcinada
 obtida por análise
 termodiferencial,
 termogravimétrica e
 difratometria de raios X

$< 1,0\text{cm}$

125

verificação estrutural



PLANTA BAIXA (TIPO)
 ESC. 1/125

área de influência (CAD) = $\sim 47,4\text{m}^2$

126

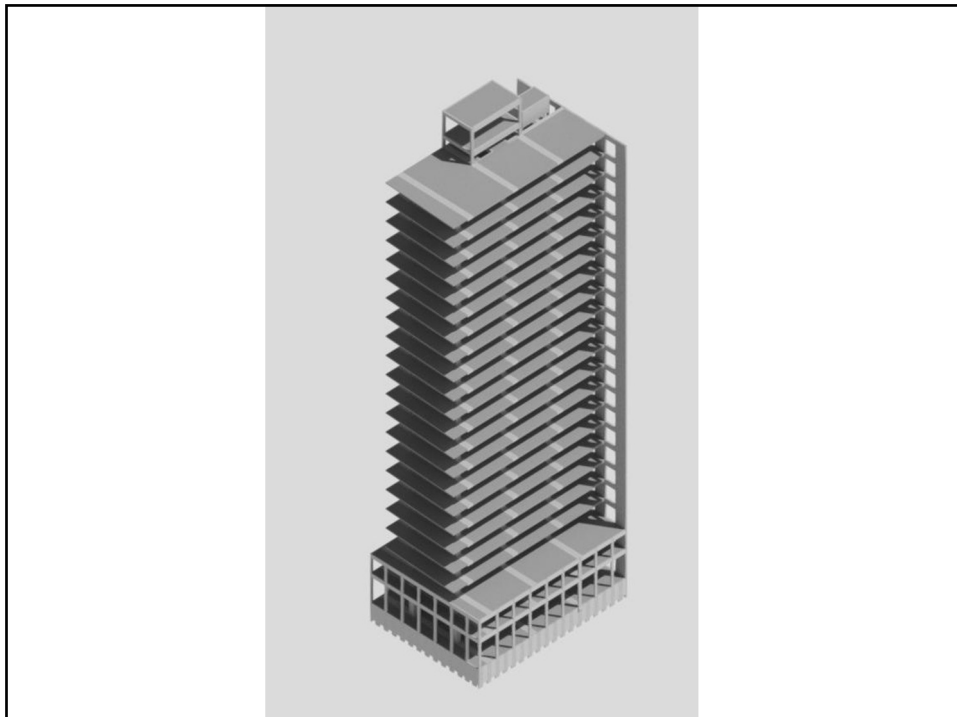
verificação estrutural

capacidade do pilar sem momentos:

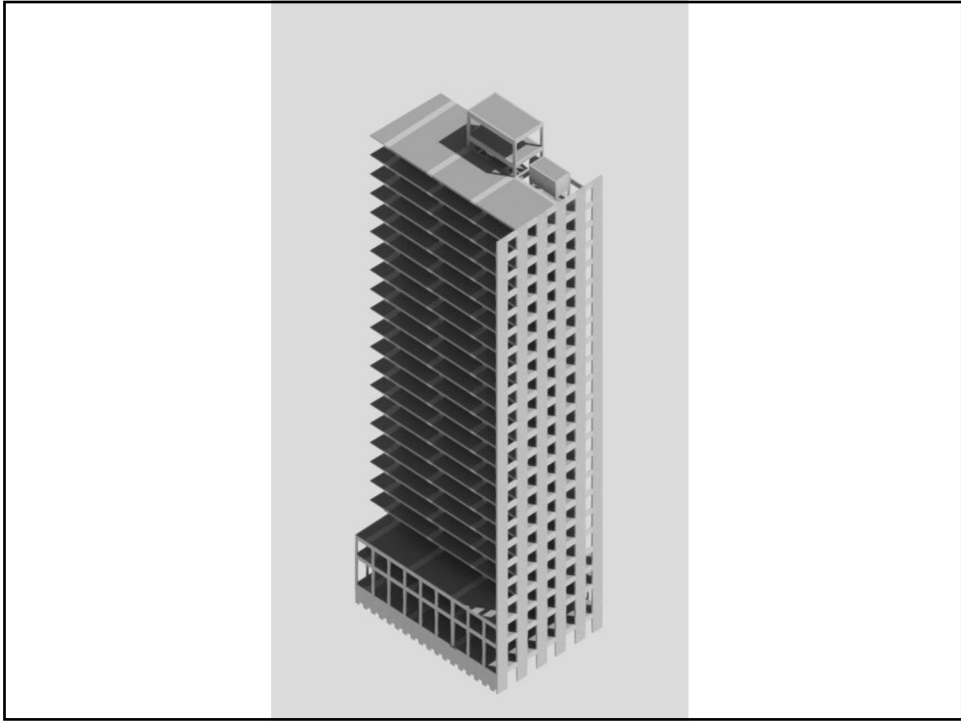
$$N_k \approx 986 \text{ tf}$$

***correspondente a cerca de 20
pavimentos → geometria condiz
com tramo entre 4º e 5º Pav.***

127



128



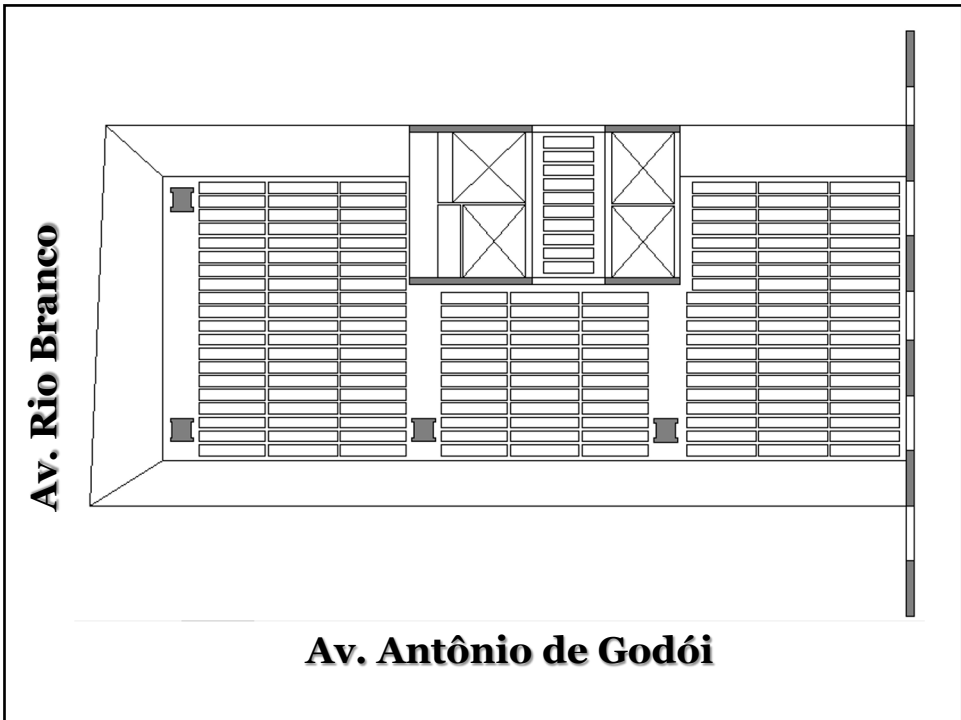
129



130



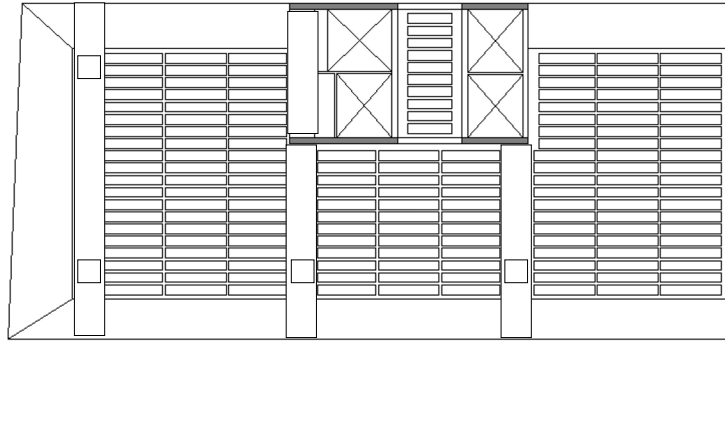
131



132

Vigas Faixa

Av. Rio Branco

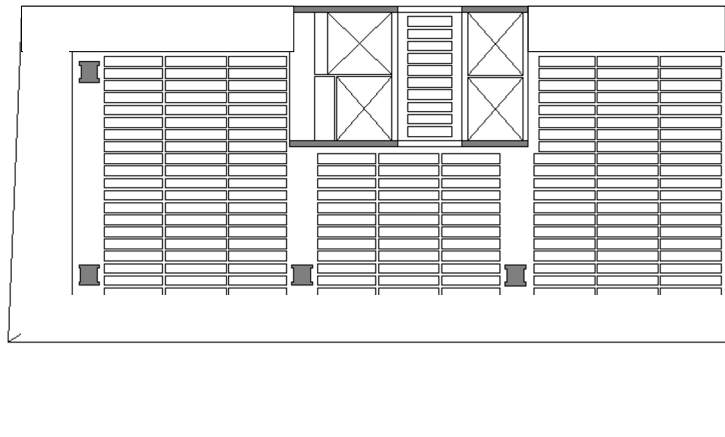


Av. Antônio de Godói

133

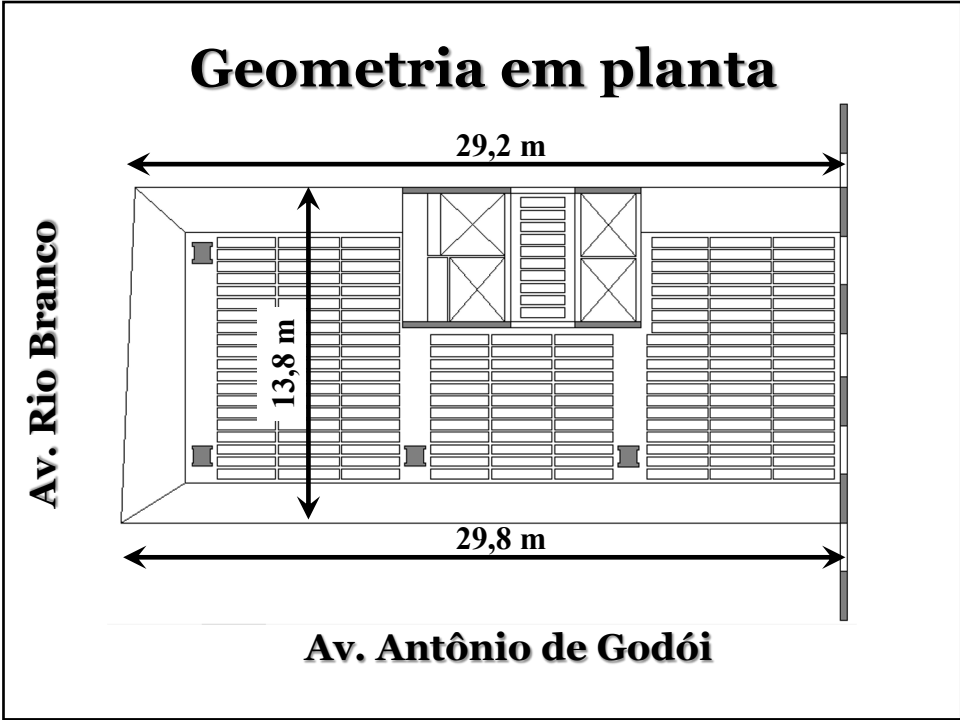
Laje em balanço

Av. Rio Branco

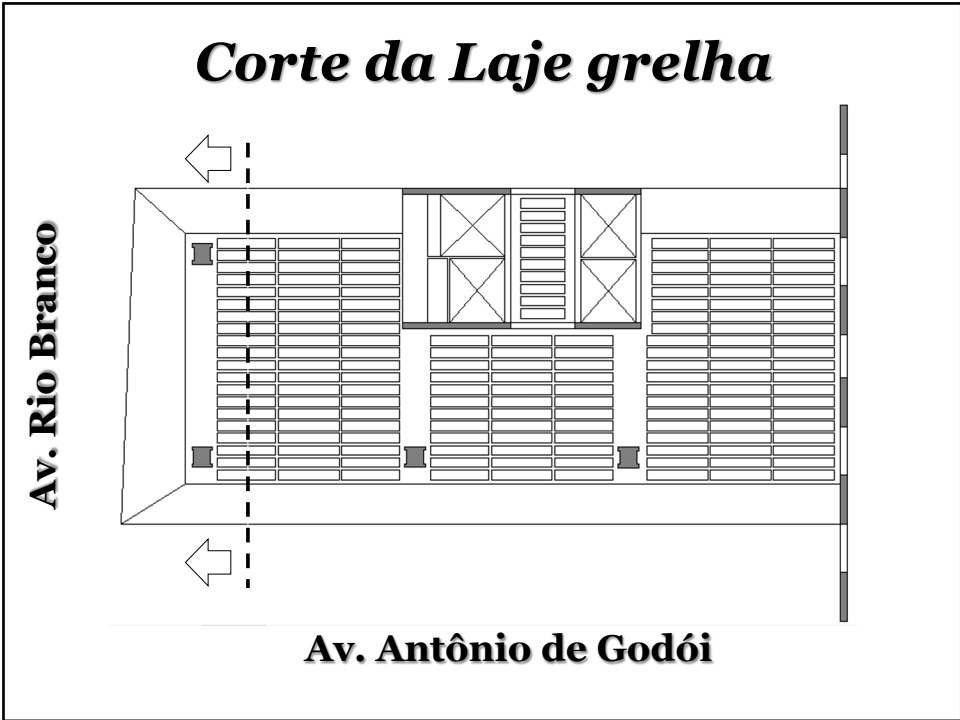


Av. Antônio de Godói

134

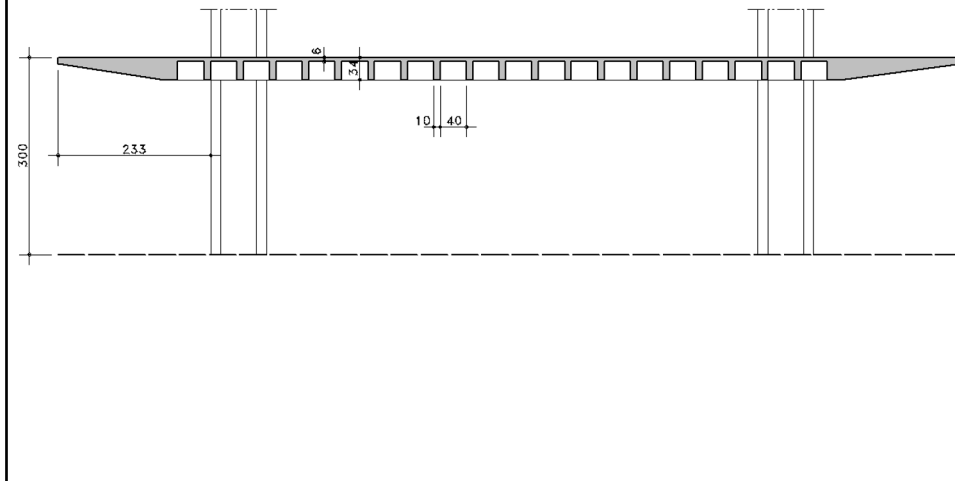


135



136

Corte da Laje grelha



137

DESLOCAMENTOS EM SERVIÇO

Modelo ELS com Vento

138

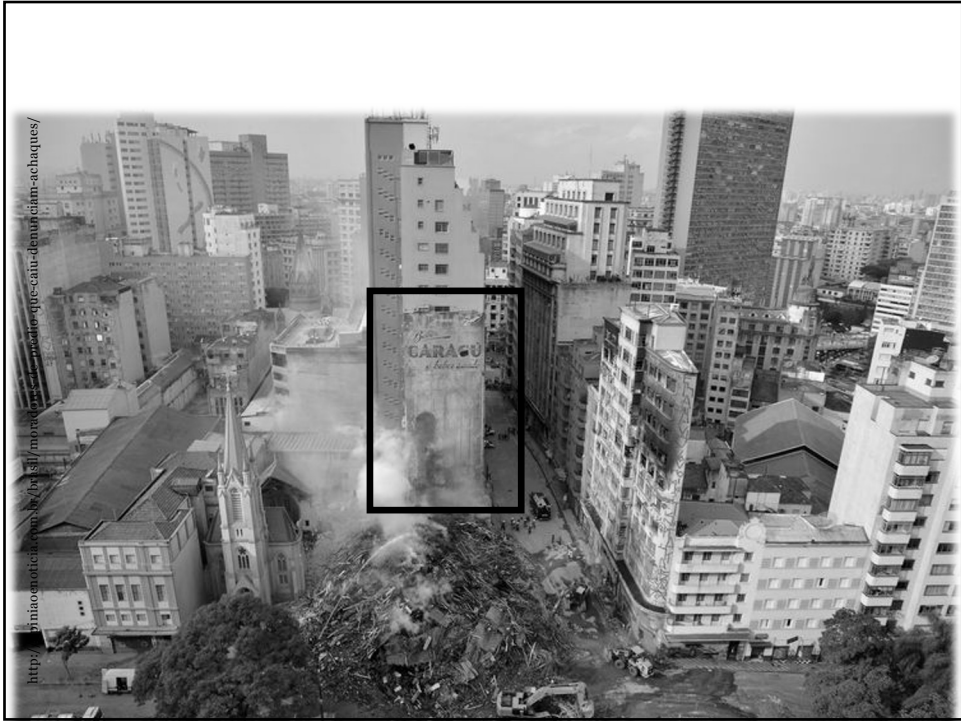
DESLOCAMENTOS ÚLTIMOS

***Modelo ELU com
variação térmica
sem vento***

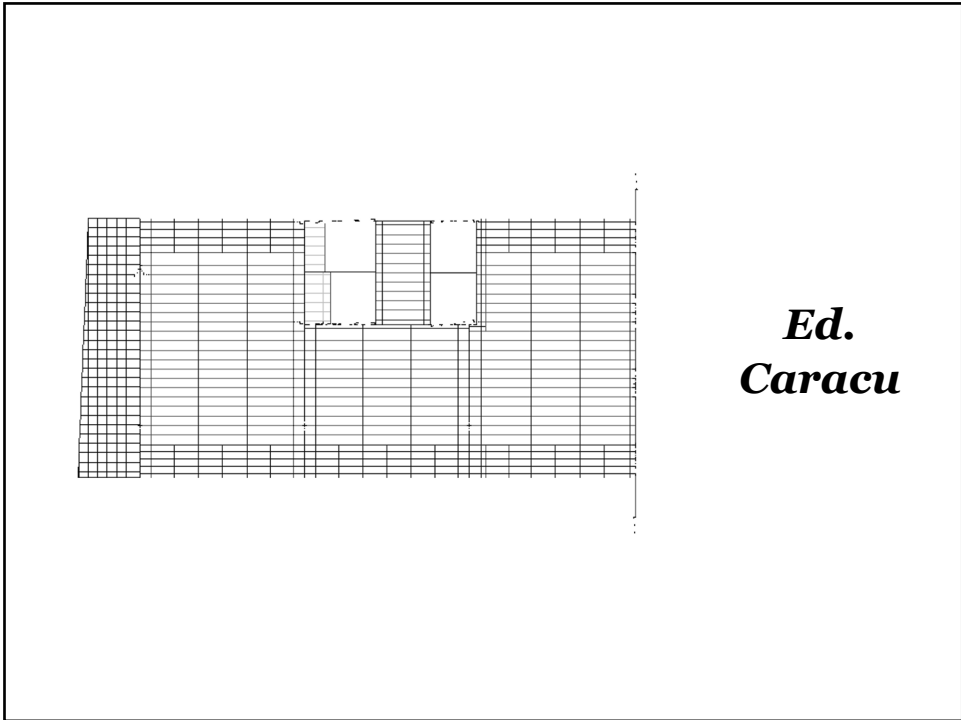
139



140



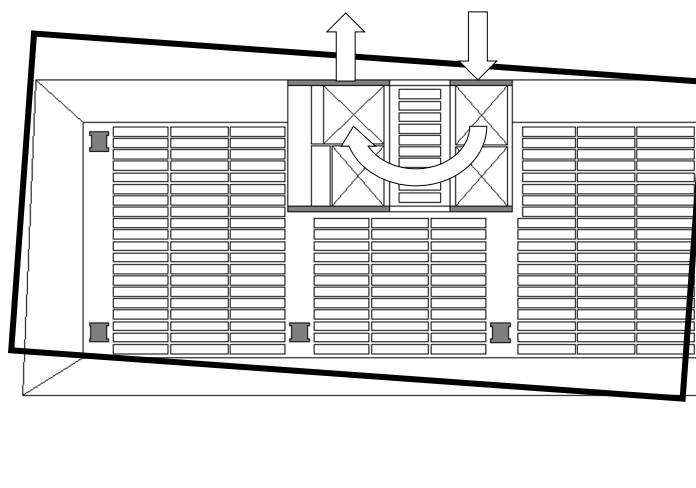
141



***Ed.
Caracu***

142

Hipótese da mecânica do colapso



143

Variação de 200° C:

ELS -> 21 cm

ELU -> 28 cm

Variação de 500° C:

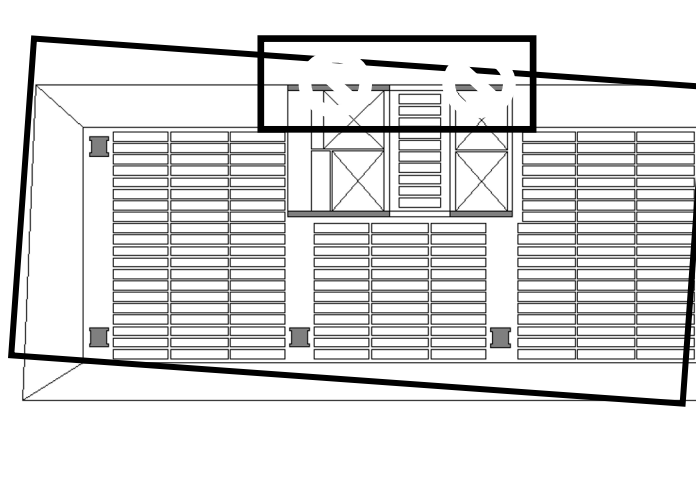
ELS -> 36 cm

ELU -> 58 cm

temperatura → aumento de mais de 10 vezes no momento dos pilares da caixa de elevador, quando comparado com o momento apenas devido a carga vertical.

144

Hipótese da mecânica do colapso



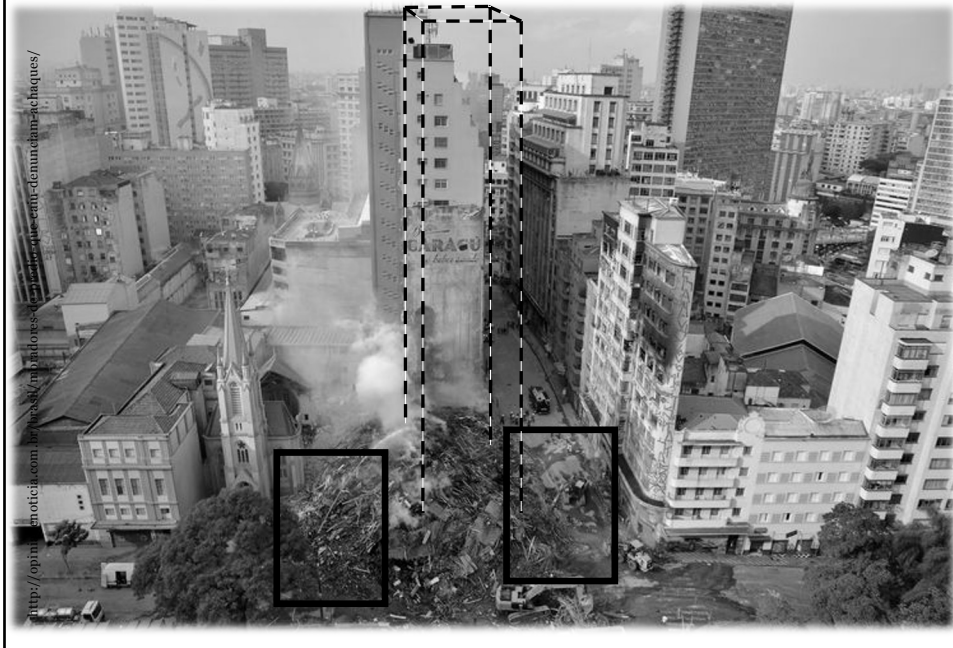
145

Hipótese da mecânica do colapso



146

Hipótese da mecânica do colapso



147

**Edifício
Av. Rio Branco
em frente à igreja
“pele de vidro”**



148

FOLHA DE S. PAULO
DESDE 1921 *** UM JORNAL A SERVIÇO DO BRASIL

DIRETOR DE REDAÇÃO: OTAVIO FRASS FILLAD SEXTA-FEIRA, 11 DE MAIO DE 2018 EDIÇÃO SP/DF • CONCLUÍDA ÀS 08h • R\$ 4,00

Geisel avalizou execuções na ditadura, diz documento

Documento de 1974 libera o então presidente da ditadura, General Geisel, de acusações de ter avalizado execuções de presos políticos durante o regime militar. O documento, assinado por um alto funcionário do Exército, afirma que Geisel não teve conhecimento das execuções e que elas foram realizadas por outros militares.

Sócio da Dolly é preso sob suspeita de fraude fiscal

Um dos sócios da empresa de entretenimento Dolly, Lázaro, foi preso sob suspeita de fraude fiscal. O caso envolve a transferência de bens para a empresa e a consequente redução do imposto de renda pago.

Governador de SP acerta medidas visando eleições

O governador de São Paulo, Geraldo Alckmin, anunciou medidas para facilitar a realização das eleições municipais. Entre as medidas, estão a redução da idade mínima para concorrer e a flexibilização das regras de financiamento.



Lázaro Codomo, sócio da Dolly, segura cartaz alusivo à concorrente Coca-Cola, que disse não ocorrer processos em que não esteja envolvido.

Trump e Kim se reunirão em 12 de junho

O presidente dos Estados Unidos, Donald Trump, e o líder norte-coreano, Kim Jong-un, vão se reunir em 12 de junho em Singapura para discutir a desativação das armas nucleares da Coreia do Norte.

SP tem 25 mil edifícios fora de regra mais dura antifogo

47% dos prédios da capital paulista foram construídos antes de um decreto de 1974 que levou a mudanças nas normas de segurança contra incêndios. Isso significa que mais de 25 mil edifícios não estão em conformidade com as regras atuais.



TRUMP E KIM SE REUNIRÃO EM 12 DE JUNHO

O presidente dos Estados Unidos aplaude três presos americanos libertados pelo ditador norte-coreano Kim Jong-un ontem, reunião entre os líderes ocorrerá em Singapura.

149

FOLHA DE S. PAULO cotidiano SEXTA-FEIRA, 11 DE MAIO DE 2018

Quase metade dos prédios de SP são de antes das regras duras contra incêndio

Das 53 mil edificações da cidade, 24,7 mil foram construídas em período anterior à tragédia do Joazeiro, em 1974

Tráfego Amêliea e Renato Marinho

Amêliea e Renato Marinho foram presos por tráfico de drogas. O caso envolve a distribuição de crack em São Paulo.

Quase metade dos prédios de São Paulo foi construída antes de 1974

Um levantamento realizado pela Prefeitura de São Paulo revelou que 47% dos prédios da cidade foram construídos antes de 1974, quando foram aprovadas as normas de segurança contra incêndios. Isso significa que mais de 25 mil edifícios não estão em conformidade com as regras atuais.

Quase metade dos prédios de São Paulo foi construída antes de 1974

Um levantamento realizado pela Prefeitura de São Paulo revelou que 47% dos prédios da cidade foram construídos antes de 1974, quando foram aprovadas as normas de segurança contra incêndios. Isso significa que mais de 25 mil edifícios não estão em conformidade com as regras atuais.



Mapa de São Paulo com uma seta apontando para o bairro do Joazeiro, local da tragédia de 1974.

Comandantes pedem a mudança por causa de preço das reformas

Comandantes militares pedem a mudança de regras para a reforma da Força Armada Brasileira (FAB) devido ao aumento dos custos das obras.

Polícia investiga caso de corrupção em obra de metrô

A Polícia Civil está investigando um caso de corrupção em uma obra de metrô. O caso envolve o superfaturamento de materiais e serviços.



Imagem de uma obra de construção com muita sujeira e entulho.

150

Lições aprendidas

1. Estrutura de Concreto mal projetada pode colapsar em pouco tempo;
2. Nunca desprezar ou minimizar ação do fogo – “ser precavido”;
3. Cuidado com pele de vidro sem barreiras;
4. Muitos prédios em situação similar, apesar de “legalmente habitados / abandonados”;
5. Cabe ao proprietário a responsabilidade, mas a quem cabe fiscalizar?

151

Lições aprendidas (medidas)

- 1. Projeto Executivo Arquitetura (Prefeitura);**
- 2. Projeto Executivo Estrutural ou projeto “as built” no (*Habite-se*);**
- 3. Inspeção Periódica;**
- 4. Proteção Passiva e Ativa obrigatória;**
- 5. Redundância & Robustez no projeto**

152

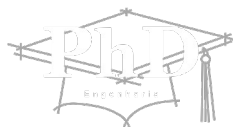
Obrigado !

Prof. Alfonso Pappalardo Júnior
Geol^a, MSc. Ana Livia Silveira
Dr. Antonio Fernando Berto
Sr. Antonio Paulo Pereira
Geol. Arnaldo Forti Battagin
Prof. Bernardo Tutikian
Eng. Dr. Carlos Brites
Sr. Cesar Augusto dos Santos
Eng. MSc. Douglas Couto
Perito Edgar Rezende Marques
Sr. Eduardo Antonio Franca
Prof. Enio Pazini Figueiredo
Sr. Francisco Pereira Souza
Sr. Gustavo de Andrade Silva
Eng^a. Jéssika Pacheco
Eng. Jefferson Dias de Souza Junior
Sr. José Luiz de Moraes Andrade
Eng. José Luiz Varela
Sr. Lázaro de Castro

Eng. Leandro Coelho
Sr. Luiz Adauto Moraes Mazarin
Prof^a. Magda Salgueiro Duro
Sr. Matheus Moreira
Sr. Mauricio Brun Bucker
Perita Mônica Bernardi Urias
Sr. Nelson Candido Rosa
Major Oscar Samuel Crespo
Prof. Oswaldo Cascudo
Eng. Me. Pedro Bilesky
Dr. Rogério Cattelan de Lima
Sr. Ronald M. Nascimento
Prof. Sérgio Lex
Prof. Simão Prizskulnik
Sra. Thamyris Torsani Pimentel
Prof. Valdir Pignatta e Silva
Prof. Vitor Levy Castex Aly
Sr. Waldir Aparecido dos Santos
Sr. Waldir Aparecido dos Santos Filho

153

OBRIGADO!



"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"

paulo.helene@concretophd.com.br

www.concretophd.com.br

www.phd.eng.br

55-11-2501-4822 / 4823

55-11-95045-4940

154