



**XIX COBREAP | Foz do Iguaçu**

**INOVAÇÕES CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS**

**CONGRESSO BRASILEIRO DE  
ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS**

**21 a 25 agosto de 2017**

Hotel Mabu Thermas Grand Resort  
Foz do Iguaçu / PR / Brasil

## **INFLUÊNCIA DA OBRA DO METRÔ-RJ NA RUÍNA DO EDIFÍCIO LIBERDADE**

**AFONSO PEDRO DE ARAUJO MAIA**



*O Conteúdo dos trabalhos técnicos apresentados no COBREAP é de inteira responsabilidade dos seus autores.*



## **INFLUÊNCIA DA OBRA DO METRÔ-RJ NA RUÍNA DO EDIFÍCIO LIBERDADE**

O presente trabalho se refere a uma perícia de engenharia legal de produção de prova para esclarecer controvérsia referente à influência danosa da construção do Metrô-RJ, realizada no período de 1973-1978, nas edificações adjacentes ao Largo da Carioca – Centro - RJ, em especial no prédio do Edifício Liberdade, n.º 44 da Avenida Treze de Maio.

O Edifício Liberdade ruiu no início da noite de 25/jan/12, atingindo e arruinando totalmente dois prédios vizinhos à esquerda, o de n.º 40 - Edifício Treze de Maio e o de n.º 38 - Edifício Colombo, e também danificando parcialmente outros dois prédios vizinhos, à direita o Edifício Capital e aos fundos o Anexo do Teatro Municipal, ambos com frente para a Avenida Almirante Barroso.

***Palavras-chave: Ruína de edificação, Danos em construção, Estabilidade de edificação, Recalques do terreno e estruturas, Instrumentação de controle de estabilidade.***

## 1 – INTRODUÇÃO

O presente trabalho se refere a uma perícia de engenharia legal de produção de prova para esclarecer controvérsia referente à influência danosa da construção do Metrô-RJ, realizada no período de 1973-1978, nas edificações adjacentes ao Largo da Carioca – Centro - RJ, em especial no prédio do Edifício Liberdade, n.º 44 da Avenida Treze de Maio, que ruiu em 25/jan/12, atingindo e arruinando totalmente dois prédios vizinhos à esquerda, o de n.º 40 - Edifício Treze de Maio e o de n.º 38 - Edifício Colombo, e também danificando parcialmente outros dois prédios vizinhos, à direita o Edifício Capital e aos fundos o Anexo do Teatro Municipal, ambos com frente para a Avenida Almirante Barroso.

A ortofoto comentada a seguir, e outras fotos comentadas seguintes, esclarecem a situação dos prédios junto à referida obra:



ORTOFOTO DE SITUAÇÃO DA OBRA METROVIÁRIA E PRÉDIOS ADJACENTES





VISTA ANTERIOR – SITUAÇÃO DA ÁREA ANTES DA RUÍNA – 2011



VISTA POSTERIOR – SITUAÇÃO DA ÁREA ANTES DA RUÍNA – 2011





SITUAÇÃO DA ÁREA NA MANHÃ APÓS A NOITE DA RUÍNA – 26/01/2012  
FORAM CONTABILIZADAS NO ACIDENTE 23 VÍTIMAS FATAIS  
18 CORPOS ENCONTRADOS – CONSTAM 05 CORPOS DESAPARECIDOS



SITUAÇÃO DA ÁREA APÓS A LIMPEZA DA RUÍNA – MEADOS DE 2012

## 2 – NOTAS SOBRE CONTROLE DE ESTABILIDADE DE EDIFICAÇÕES

Faz-se necessário o controle de estabilidade de edificações susceptíveis a deformações decorrentes da execução de obras de terra adjacentes e/ou próximas, visando, de maneira prática: a) identificar a área de risco das edificações sujeitas aos efeitos danosos da construção vizinha; e b) qualificar e quantificar a instrumentação de controle de estabilidade da edificação.

### 2.1 – Zona de influência danosa

A área da zona de influência danosa às edificações adjacentes e/ou próximas à projeção da obra de terra estender-se-á em zonas delimitadas por faixas laterais à obra, sugerindo-se a seguinte tabela para determinação prática da largura da faixa de risco (LFR) de ocorrência de danos nas edificações:

ZONA DE INFLUÊNCIA DANOSA EM OBRA DE TERRA				
Tipo da obra		Largura da Faixa de Risco - LFR	Coeficiente (F) função da existência ou não de rebaixamento do nível do lençol freático – N.L.F	
			c/ rebaixamento do N.L.F.	s/ rebaixamento do N.L.F.
Escavação	Túnel	Profundidade máxima da geratriz do túnel x (F)	Lençol livre: < 1,50 Lençol confinado: > 2,00	< 1,20
	Vala	Profundidade máxima da vala x (F)	Lençol livre: < 1,50 Lençol confinado: > 2,00	< 1,20

No caso da obra do Metrô-RJ junto ao Edifício Liberdade a faixa da área de influência danosa foi considerada até 30,00m, daí ter-se controlado a estabilidade do prédio durante a obra, bem como de outros tantos prédios adjacentes.

### 2.2 – Avaliação do grau de risco da edificação

A possibilidade da edificação adjacente e/ou próxima a uma obra de terra sofrer danos será avaliada através de estimativas ou cálculos geomecânicos relacionados ao tipo: a) da obra de terra, b) da edificação adjacente e c) dos parâmetros do solo de fundação.

Tal avaliação ou estimativa permitirá classificar o grau de risco de ocorrência de danos na edificação adjacente ou próxima à obra:

EDIFICAÇÃO	OCORRÊNCIA DE DANO
Sob alto risco	Muito provável
Sob risco	Provável
Sem risco	Improvável

Dentro de um contexto prático e aplicado, aplica-se a tabela seguinte, combinando-se os aspectos da edificação adjacente, da obra de terra e do solo de fundação:

ASPECTO	EDIFICAÇÃO ADJACENTE	OBRA DE TERRA	SOLO DE FUNDAÇÃO	PROXIMIDADE EDIFICAÇÃO / OBRA	REBAIXAMENTO DO N.A.F.
Positivo	Normal	Escoramento Rígido	Resistente	Afastada > 10,00m	Não Existente
Negativo	Fraca	Outro Tipo	Fraco	Próxima < 10,00m	Existente

Assim, pode-se classificar a edificação quanto ao grau de risco de ocorrência de danos em:

AVALIAÇÃO DE RISCO DA EDIFICAÇÃO ADJACENTE	COMBINAÇÃO DE ASPECTOS
Sob alto risco	3, 4 ou 5 aspectos negativos
Sob risco	1 ou 2 aspectos negativos
Sem risco	Sem aspectos negativos

O Edifício Liberdade foi considerado “sob risco”, com dois aspectos negativos por conta da proximidade em relação à obra frontal do Metrô-RJ, dotada de rebaixamento do lençol freático.

### 2.3 – Instrumentação básica de controle de estabilidade

A estabilidade da edificação sob risco de instabilização é afetada devido à ocorrência de deslocamentos que, em geral, decorrem da movimentação do terreno de fundação e dos escoramentos (se houver) da obra em execução. Sendo assim, procurar-se-á controlar os deslocamentos verticais e angulares da edificação e do terreno subjacente, bem como as variações do nível d’água do terreno. Eventualmente, far-se-á necessário também controlar deslocamentos de estruturas da obra.

No caso de obras de terra de vulto, tais como obras metroviárias, há o envolvimento de inúmeras edificações ao longo da construção. O projeto de instrumentação será necessariamente intensificado objetivando o controle de estabilidade das edificações adjacentes.

Planeja-se a instrumentação geotécnica, de forma geral, efetuando-se o controle de:

- a) Deslocamentos
  - estruturais
    - da obra
    - da edificação adjacente
  - do terreno
- b) Esforços
  - estruturais
    - da obra
    - da edificação adjacente
  - do terreno
- c) Nível d’água freático
  - lençol livre
  - lençol confinado

A bibliografia correlata é farta, dela podendo-se caracterizar a necessária instrumentação geotécnica de controle de estabilidade de edificações.



### 3 – ÁREAS DE INFLUÊNCIA DA OBRA DO METRÔ-RJ

Houve dois períodos isolados de duas obras do Metrô-RJ que influenciaram nas edificações adjacentes:

#### 3.1 – Lote 05 do Metrô-RJ

Obra bruta iniciada em 1973 e terminada em 1975, executada em processo *cut and cover*, caracterizado como vala escavada atingindo profundidade de escavação até 13,00m, estroçada sucessivamente por níveis de perfis metálicos escorados contra um par confinante lateral de paredes diafragma de concreto armado de 0,80m de espessura, prévia e longitudinalmente executadas, e com rebaixamento do lençol freático, executado pelo interior da vala por sistema de *wellpoints* (ponteiras filtrantes).

Da ortofoto de situação retro projetada, caracterizou-se a área de influência danosa da obra do Lote 05 do Metrô-RJ, atingindo os prédios adjacentes da Avenida Treze de Maio – área avermelhada. O Edifício Liberdade esteve sobre influência danosa somente desse trecho de obra do Metrô-RJ.



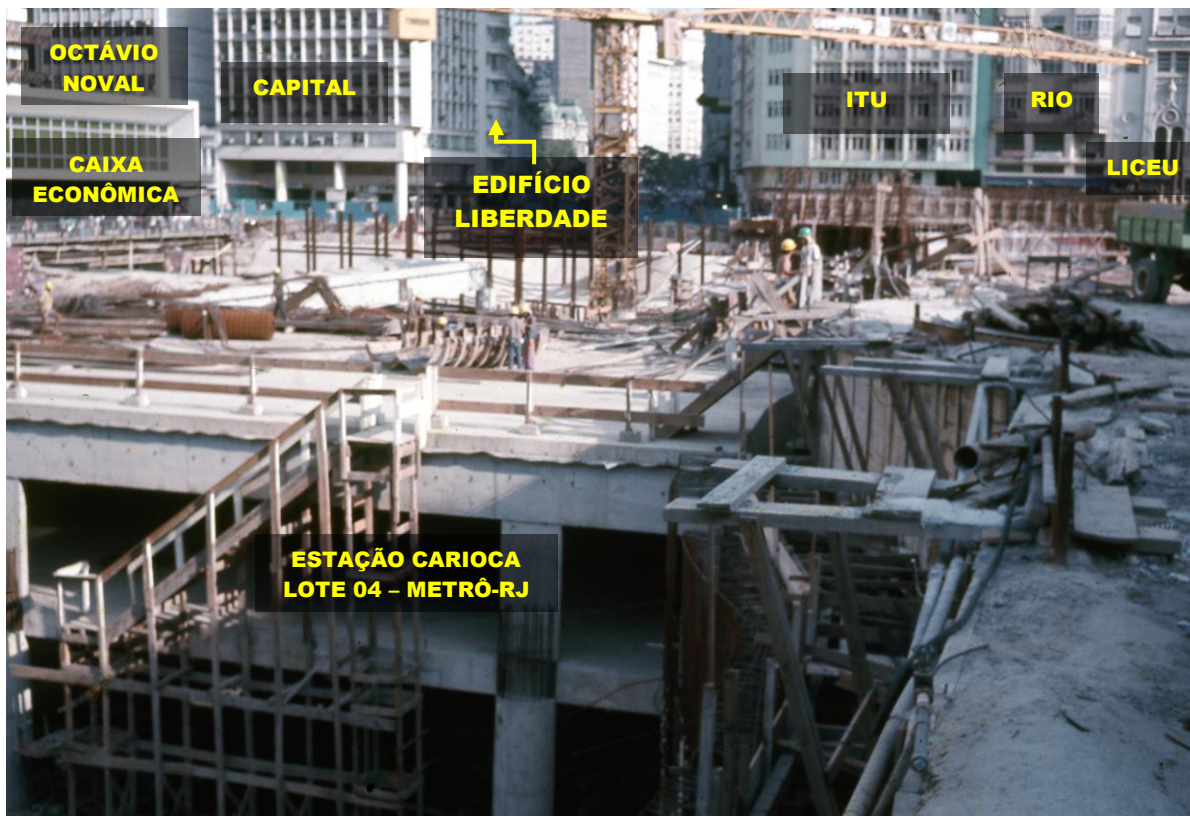
OBRA DO LOTE 05 DO METRÔ-RJ – RUA 13 DE MAIO – ANO DE 1973/1975

#### 3.2 – Lote 04 do Metrô-RJ

Obra bruta iniciada em 1975 e terminada em 1978, executada semelhantemente em *cut and cover*, com vala escavada atingindo profundidade de escavação até 18,00m, e outras características executivas, inclusive por conta da execução de outra via inferior de expansão do sistema metroviário ao longo da Avenida Almirante Barroso.



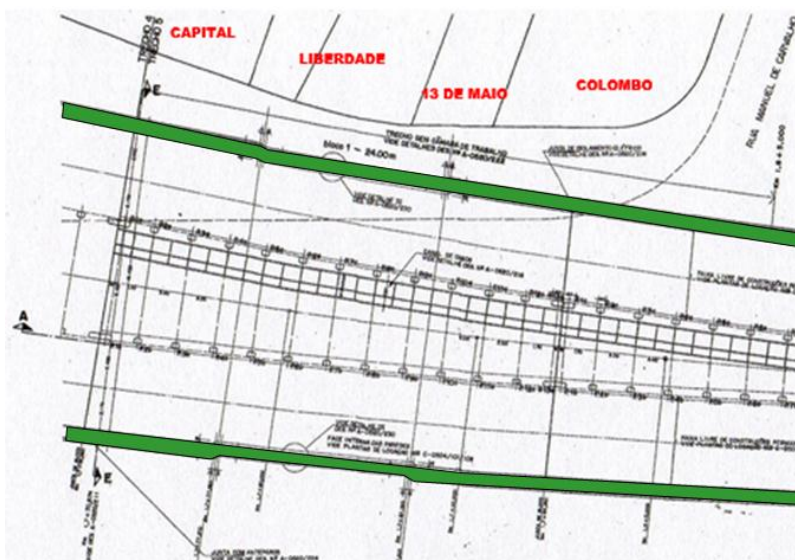
Da Ortofoto de Situação retro projetada, caracterizou-se a área de influência danosa da obra do Lote 04 do Metrô-RJ, atingindo os prédios adjacentes ao Largo da Carioca e Avenida Almirante Barroso – área amarelada.



OBRA DO LOTE 04 DO METRÔ-RJ – LARGO DA CARIOCA – ANO DE 1975/1978

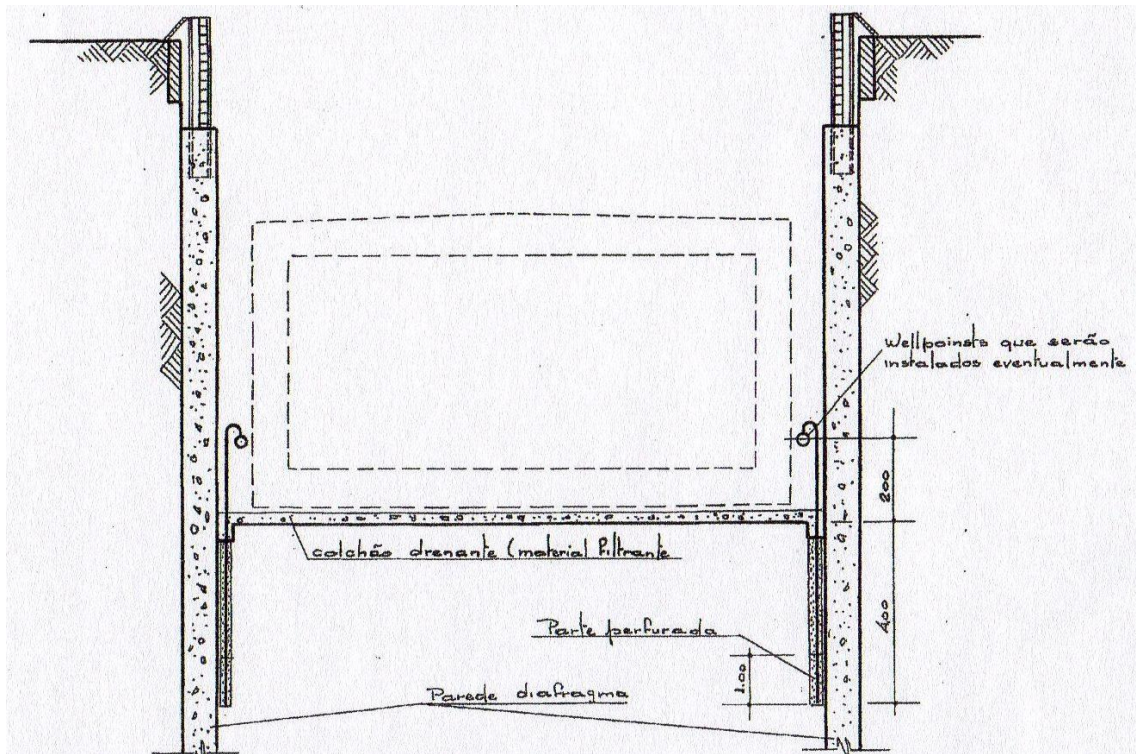
#### 4 – PROJETO DA OBRA DO METRÔ JUNTO AO EDIFÍCIO LIBERDADE

##### 4.1 – Extrato do Projeto do Lote 05 do Metrô frontal ao Edifício Liberdade

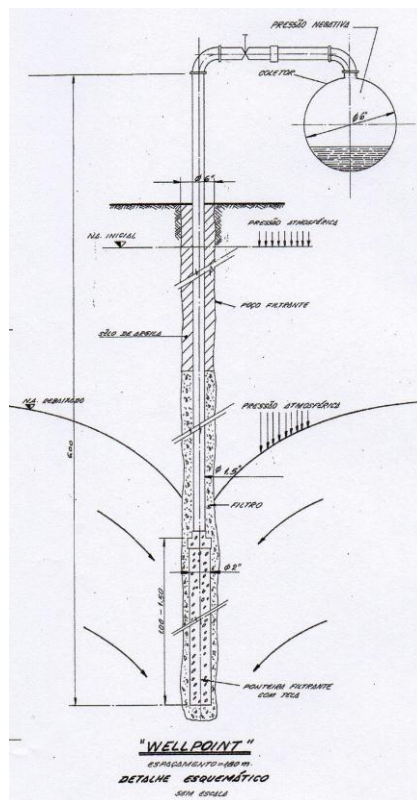


PLANTA BAIXA

EXTRATO DO PROJETO DO BLOCO 01 DO LOTE 05 DO METRÔ – JUN/72



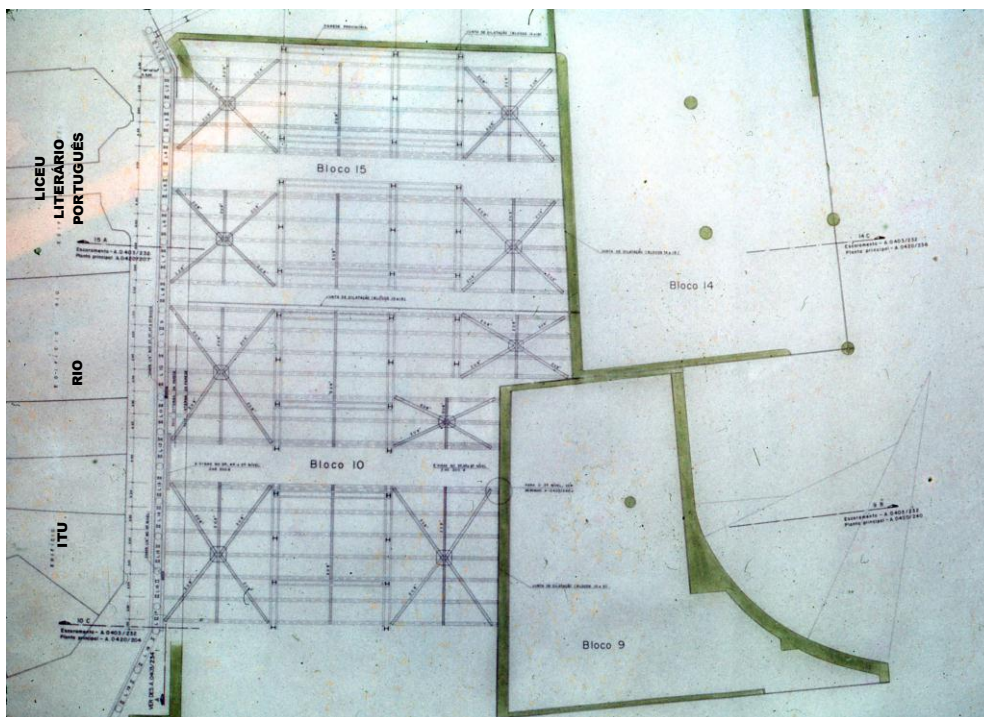
CORTE TRANSVERSAL  
 SEÇÃO JUNTO AO BLOCO 01 DO LOTE 05 DO METRÔ-RJ – JUN/72



ESQUEMA DO TIPO DE REBAIXAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO NO LOTE 05

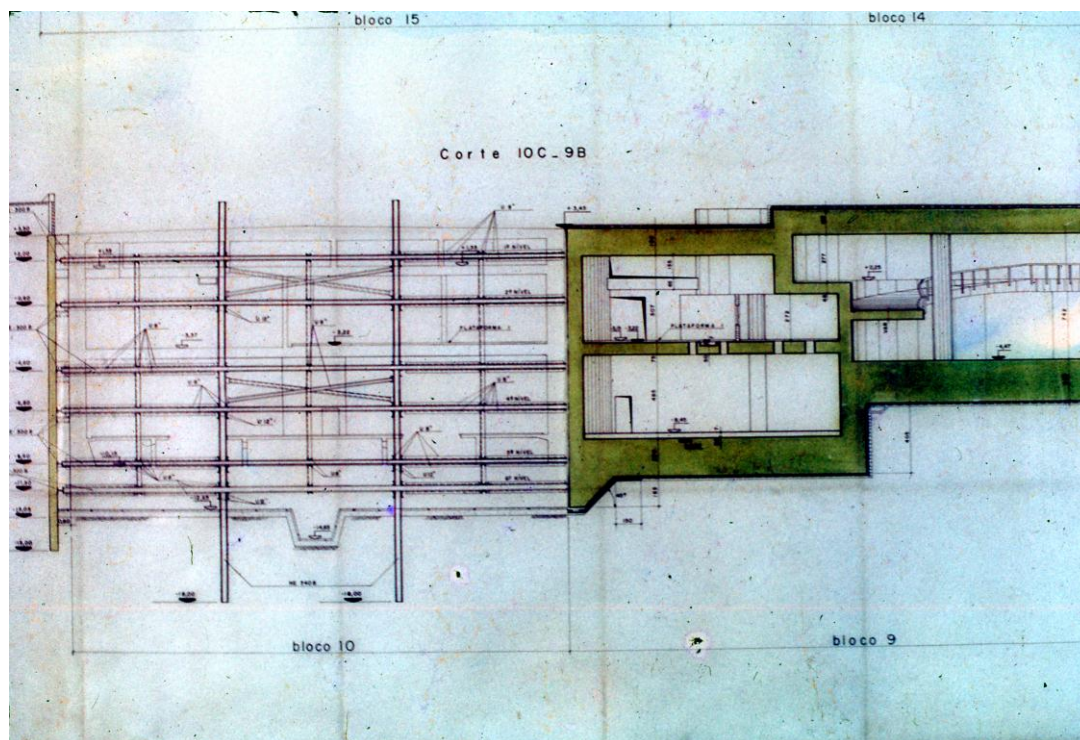


#### 4.2 – Extrato do Projeto do Lote 04 do Metrô afastado do Edifício Liberdade



PLANTA BAIXA

EXTRATO DO PROJETO DOS BLOCOS 9/10-14/15 DO LOTE 04 DO METRÔ – JAN/74



CORTE TRANSVERSAL

SEÇÃO JUNTO AOS BLOCOS 9/10-14/15 DO LOTE 04 DO METRÔ – JAN/74



## 5 – PRÉDIOS SOBRE INFLUÊNCIA DA OBRA DO METRÔ

Da Ortofoto de Situação retro projetada, caracterizou-se a área de influência danosa da obra no Lote 05 do Metrô, junto do Edifício Liberdade, atingindo os seguintes prédios:

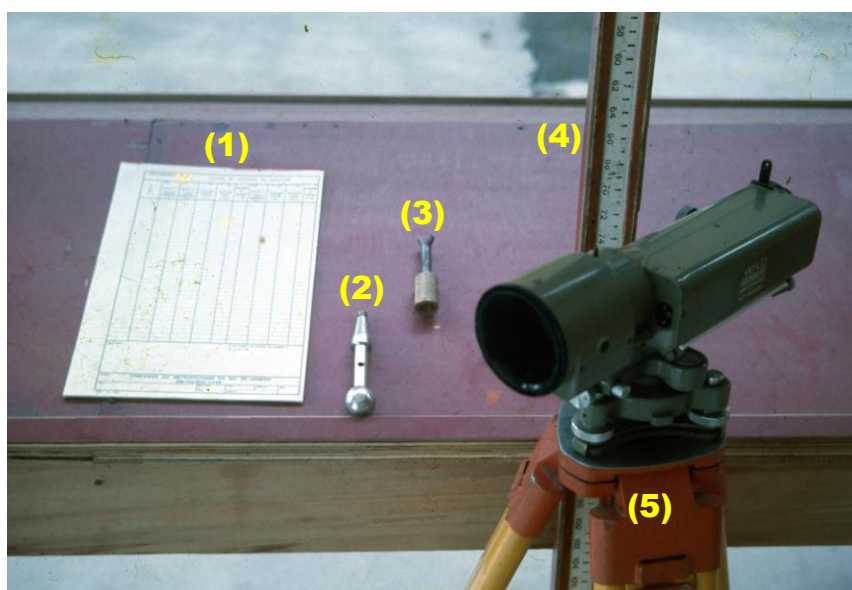
- Do lado par da Avenida Treze de Maio - Edifícios: Liberdade (o próprio), Capital (à direita, de esquina e com frente para a Avenida Almirante Barroso), Treze de Maio (à esquerda), e pouco mais afastados: Colombo, Theatro Municipal e Octávio Noval (aos fundos, com frente para a Avenida Almirante Barroso); à época ainda não havia sido construído o prédio Anexo do Theatro Municipal com frente para a Avenida Almirante Barroso;
- Do lado ímpar da Avenida Treze de Maio - Edifícios: Itu (de esquina e com frente para a Avenida Almirante Barroso), Bersam (frontal ao Edifício Liberdade) e Coifa; fora da área de influência situam-se os prédios do Ed. Darke e Ed. Municipal; à época ainda não havia sido construído o prédio entre o Ed. Coifa e o Ed. Darke;

## 6 – CONTROLE DE ESTABILIDADE DOS PRÉDIOS ADJACENTES À OBRA

### 6.1 – Procedimentos prévios à obra

Antes do início da obra do Metrô-RJ, é regular e necessário o seguinte procedimento cautelar:

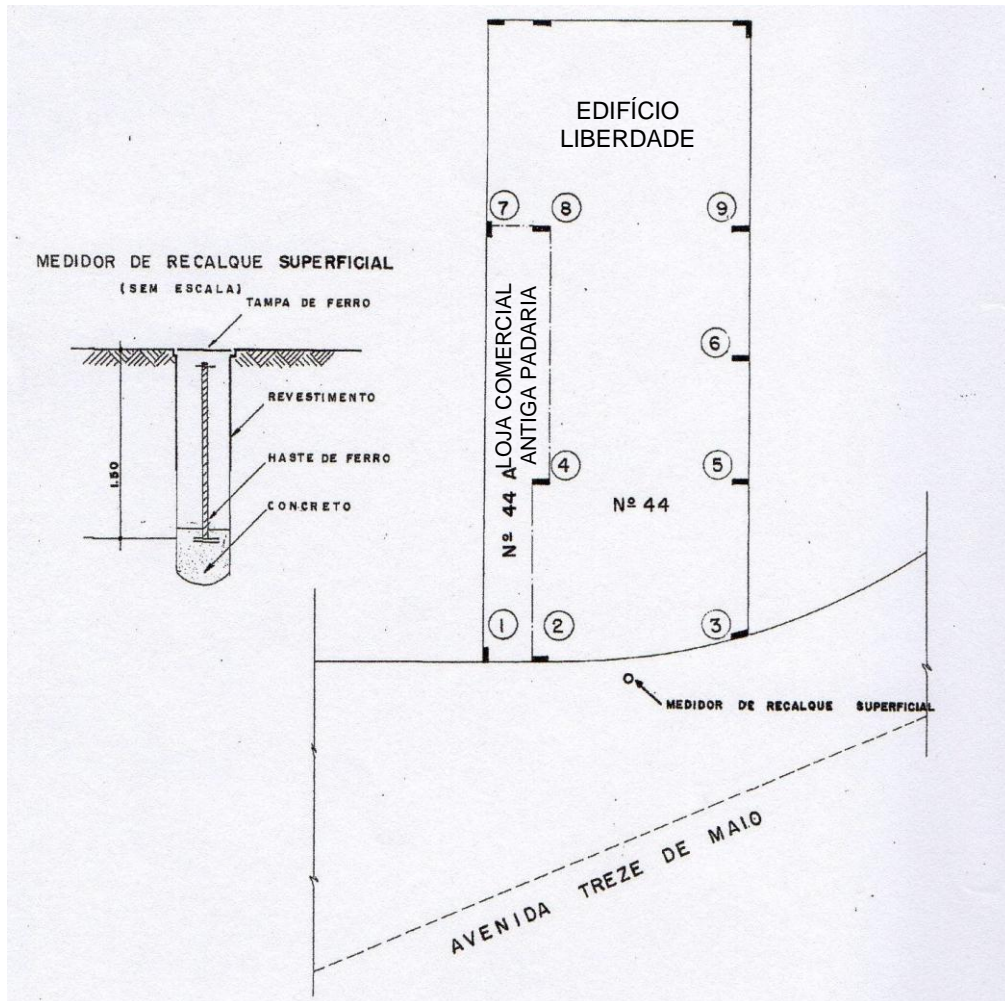
- Pesquisa de projetos dos prédios adjacentes construídos, especificamente plantas baixas e de fundações;
- Execução de vistorias administrativas dos prédios adjacentes construídos, com geração de laudos individuais, para caracterização prévia do estado da construção, especificando-se eventuais danos preexistentes;
- Projetos de controle de estabilidade de cada prédio adjacente à obra, de acordo com a significância e influência danosa da obra; tais projetos são desenvolvidos atendendo normas específicas, para a execução do controle de recalques da estrutura do prédio e do solo subjacente do local, eventualmente provocados durante a obra do Metrô, utilizando-se a instrumentação básica:



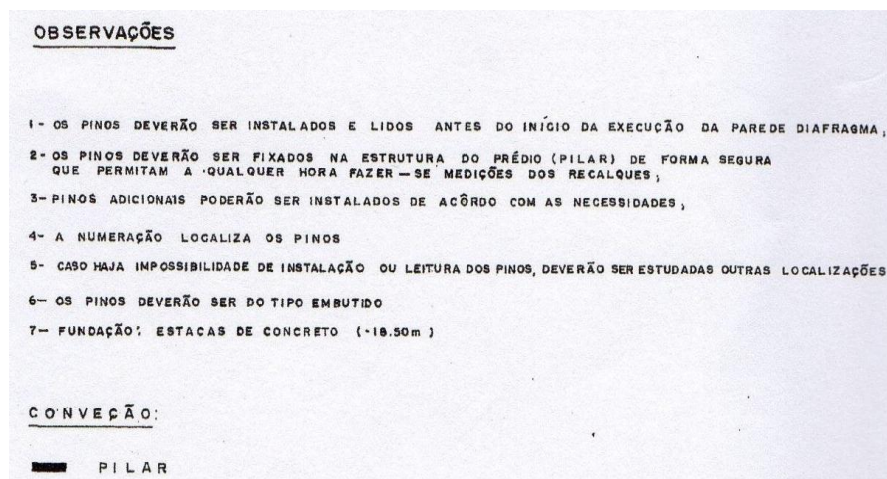
- (1) BOLETIM DE RECALQUES – (2) HASTE (ou PINO MACHO)  
(3) PINO DE RECALQUE (ou PINO FÊMEA)  
(4) NÍVEL DE PRECISÃO – (5) MIRA DE ÍNVAR

## 6.2 – Projeto de controle de estabilidade do Edifício Liberdade

Do projeto de controle de estabilidade do Lote 05 do Metrô, pode-se extrair:



PLANTA DE SITUAÇÃO DOS PILARES DO EDIFÍCIO LIBERDADE  
PILARES COM PINOS PARA MEDIÇÃO DE RECALQUES – FEV/73



NOTAR RECOMENDAÇÕES SOBRE A INSTRUMENTAÇÃO

## 7 – SOBRE VALORES ADMISSÍVEIS DE RECALQUES EM EDIFICAÇÕES

### 7.1 – Recalque diferencial específico e/ou distorção angular

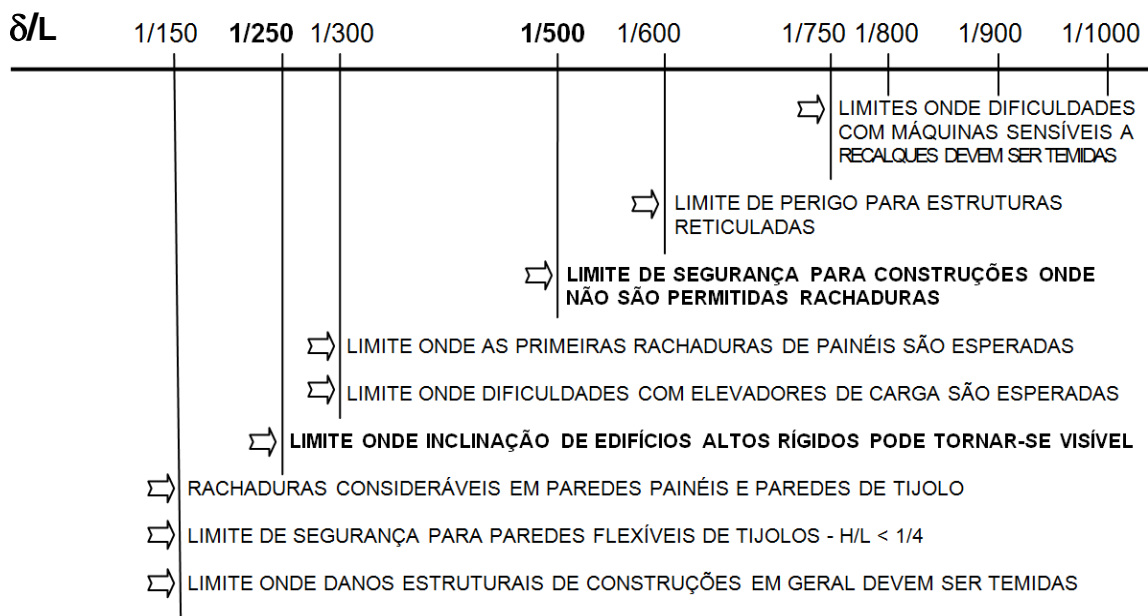
Do texto clássico de “Skempton / Mac Donald – 1956”, pode-se extrair:

$\delta/L = (R_A - R_B) / L$ , onde:

$R_A$  = recalque absoluto do pilar A

$R_B$  = recalque absoluto do pilar B

L = distância entre os pilares A e B



### 7.2 – Recalque diferencial específico de alerta em edificações

Do texto “Recomendações Técnicas do Metrô - RJ – 1974”, pode-se extrair:

RECALQUE DIFERENCIAL ESPECÍFICO (DISTORÇÃO ANGULAR)		
ESTRUTURA DE		OBSERVAÇÕES
ALVENARIA	CONCRETO	
< 1/2000	< 1/1000	CASO NORMAL
1/2000 a 1/1500	1/1000 a 1/750	LIMIAR DE OCORRÊNCIA DE FISSURAS
1/1500 a 1/600	1/750 a 1/300	OCORRÊNCIA DE FISSURAS VISTORAR PRÉDIO
> 1/600	> 1/300	ESTRUTURA INSTÁVEL PREVER REFORÇO



## 8 – CONTROLE DE ESTABILIDADE DO EDIFÍCIO LIBERDADE E OUTROS PRÉDIOS ADJACENTES À OBRA DOS LOTES 04 E 05 DO METRÔ-RJ

### 8.1 – Quadro resumo dos valores finais do controle de estabilidade das edificações adjacentes à obra do Metrô-RJ junto ao Edifício Liberdade

Do “Relatório de controle de estabilidade das edificações adjacentes à obra do Metrô-RJ – out/1978”, pode-se extrair:

EDIFICAÇÃO	RECALQUE MÁXIMO (mm)	RECALQUE MÍNIMO (mm)	RECALQUE DIFERENCIAL ESPECÍFICO MÁXIMO	OBSERVAÇÕES SOBRE ESTABILIDADE DAS EDIFICAÇÕES
CAIXA ECONÔMICA	0,2	5,2	1/5032	Recalques estabilizados – obra acabada sem danos aparentes – estrutura em segurança/estável
OCTÁVIO NOVAL	4,7	13,4	1/2458	Recalques estabilizados – obra acabada sem danos aparentes – estrutura em segurança/estável
CAPITAL	16,9	52,7	1/311	Recalques estabilizados – obra acabada – junta de divisa descolada – ocorrência de fissuras em alvenaria – estrutura em segurança/estável
LIBERDADE	15,9	6,7	1/1867	Recalques estabilizados – obra acabada – junta de divisa descolada – ocorrência de fissuras em alvenaria – estrutura em segurança/estável
ITU	47,5	95,5	1/391	Recalques estabilizados – obra concretada – junta de divisa descolada – ocorrência de fissuras em alvenaria – estrutura em segurança/estável
BERSAM	9,7	16,5	1/1085	Recalques estabilizados – obra acabada – junta de divisa descolada – estrutura em segurança/estável
COIFA	1,6	8,0	1/1484	Recalques estabilizados – obra acabada – junta de divisa descolada – estrutura em segurança/estável
RIO	55,1	94,0	1/297	Recalques estabilizados – obra concretada – junta de divisa descolada – ocorrência de fissuras em alvenaria – estrutura em segurança/estável
LICEU	4,1	91,9	1/229	Recalques estabilizados – obra concretada – junta de divisa descolada – ocorrência de fissuras em alvenaria – estrutura em segurança/estável
SANTOS WALLIS	0,1	0,8	1/2086	Recalques estabilizados – obra acabada sem danos aparentes – estrutura em segurança/estável

Observação: Relatório elaborado pela – DIMES – Divisão de Mecânica dos Solos, DEPRO – Departamento de Projetos, DE – Diretoria de Engenharia, Metrô-RJ – Companhia do Metropolitano do Rio de Janeiro – out/1978.

## 8.2 – Valores limites de recalques medidos nos prédios após o fim da obra



EDIFÍCIOS ITU – RIO – LICEU LITERÁRIO PORTUGUÊS – FINAL DE 1978

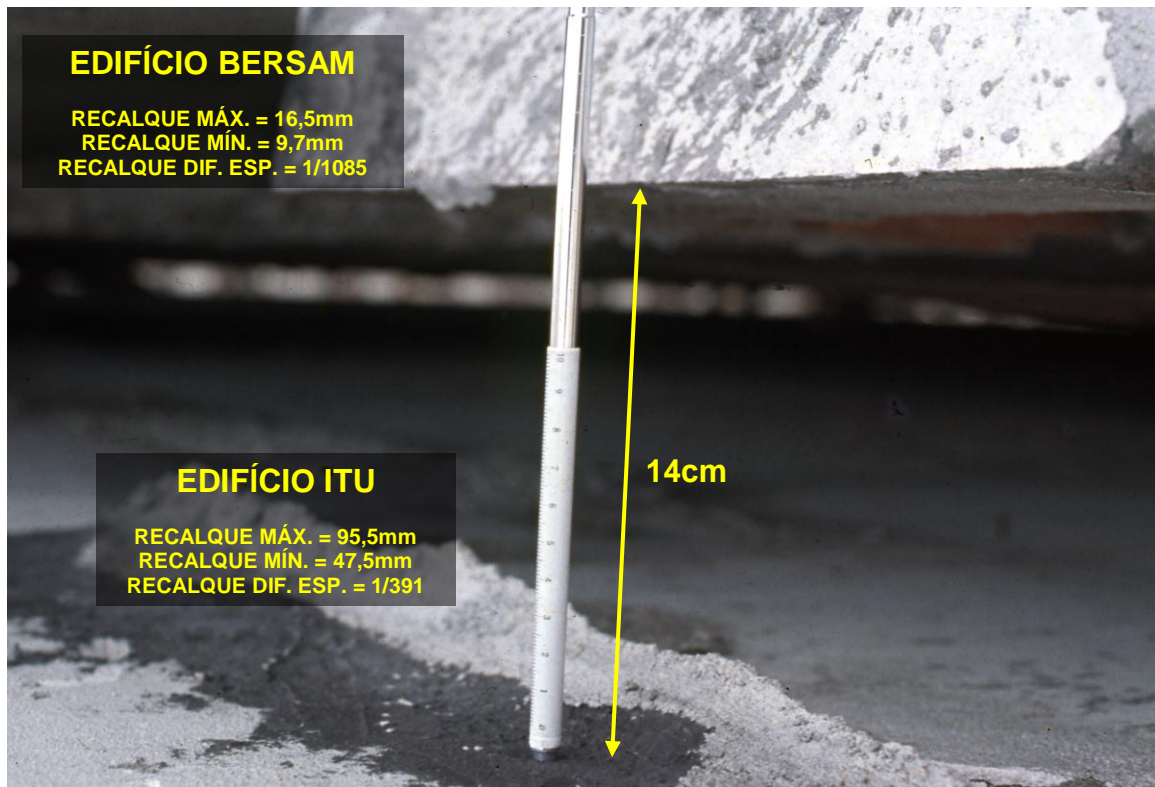


EDIFÍCIOS CAIXA – OCTÁVIO NOVAL – CAPITAL – LIBERDADE – FINAL DE 1978





ABERTURA DA JUNTA DE DIVISA DO ED. ITU COM O ED. BERSAM VARIANDO DO TÉRREO AO TOPO DE 3cm A 14cm DEVIDO À INCLINAÇÃO DO ED. ITU



ABERTURA NO TOPO DA JUNTA DE DIVISA DO ED. ITU COM O ED. BERSAM



## 9 – CONCLUSÕES



RECALQUES DIFERENCIAIS ESPECÍFICOS APÓS A OBRA – FINAL DE 1978

Depreende-se do controle de estabilidade dos prédios adjacentes à obra metroviária, executado durante a construção do Lote 05 (de 1973 até 1975) e do Lote 04 (de 1975 até 1978) do Metrô-RJ, que o Edifício Liberdade não sofreu recalques e/ou apresentou danos representativos nesses períodos. Resumindo-se:

- A medição do recalque diferencial específico e/ou distorção angular do Edifício Liberdade atingiu o valor máximo de  $1/1.867$ , valor confortável e bem menor que o valor de  $1/500$  correspondente ao “*limite de segurança para construções onde não são permitidas rachaduras*”, segundo Skempton / Mac Donald – 1956.
- À época, houve ocorrência de fissuras não representativas em alvenarias e a estrutura do Edifício Liberdade permaneceu em segurança e com estabilidade regular, como até então permaneceria se o prédio não tivesse sido arruinado por outras causas adversas da obra do Metrô-RJ, decorridos mais de 37 anos depois do término da obra bruta do Lote 05 do Metrô-RJ em 1975, haja vista a ruína do Edifício Liberdade em 2012.
- Houve descolamento na junta de divisa da lateral direita do Edifício Liberdade com o Edifício Capital, que ocorreu por conta da inclinação desse Edifício Capital em direção à obra do Lote 04 da Avenida Almirante Barroso, que sofreu, antes influência não representativa da obra do Lote 05 (de 1973 até 1975), e depois, mais representativamente, a influência da obra do Lote 04 (de 1975 até 1978), atingindo a medição do recalque diferencial específico e/ou distorção angular do Edifício Capital o valor máximo de  $1/311$ , valor desconfortável e pouco maior que o valor de  $1/250$  correspondente ao “*limite onde inclinação de edifícios altos rígidos pode tornar-se visível*”.
- Entretanto, a estrutura do Edifício Capital permaneceu em segurança e com estabilidade regular, como até então permanece, apesar da ocorrência, à época, de fissuras pouco representativas em alvenarias. Restou claro que o Edifício Liberdade não sofreu influência alguma da obra posterior do Lote 04, findada em 1978.

## APÊNDICE SOBRE EVIDÊNCIAS DA RUÍNA DO EDIFÍCIO LIBERDADE



### SALVADO DA RUÍNA DO EDIFÍCIO LIBERDADE

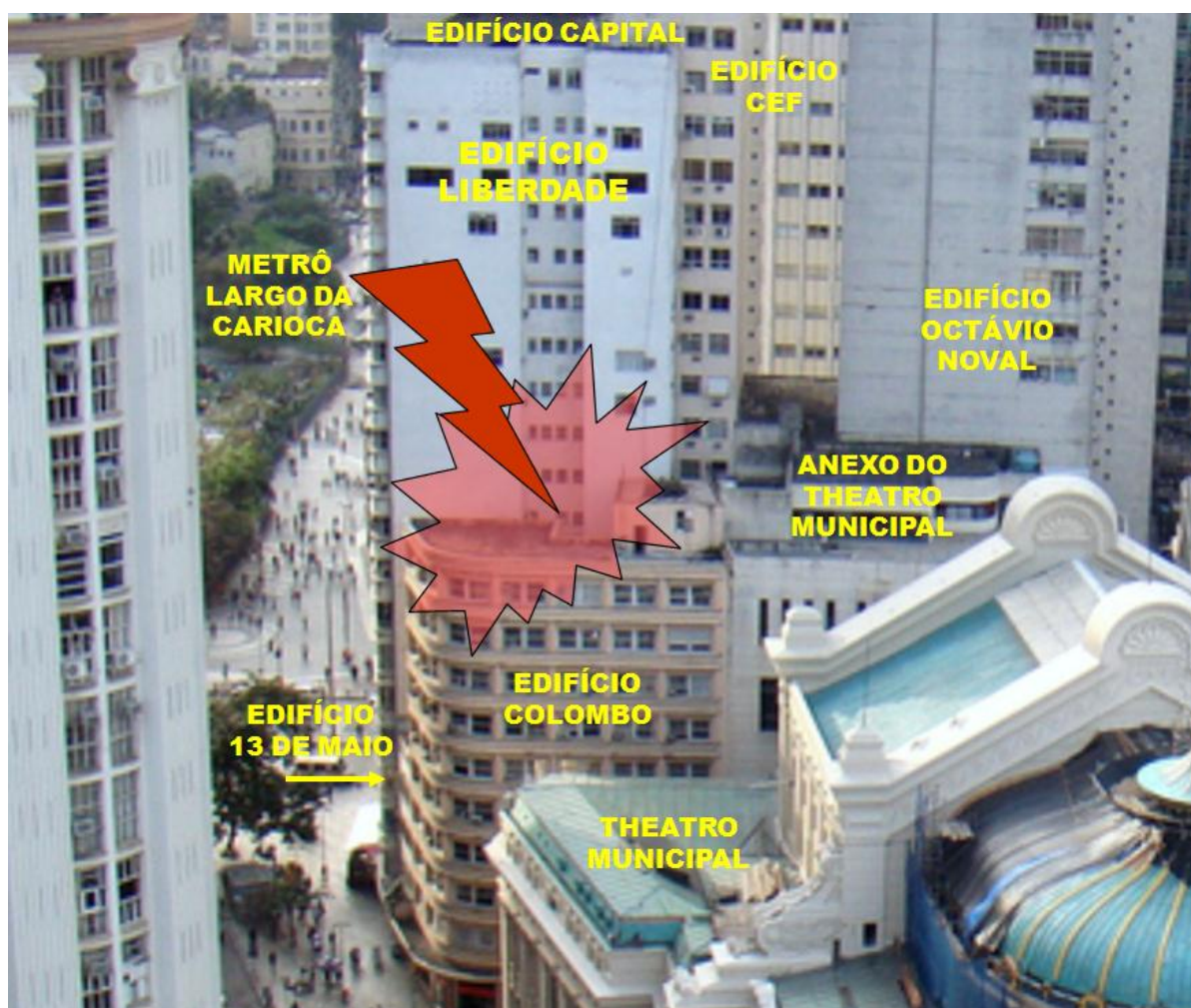
Algumas evidências do salvado da ruína e parecer pessoal:

- A estrutura lateral de concreto armado das escadas, do prisma dos elevadores e da área de fundos, junto à divisa com o Edifício Capital, do 6º pavimento para baixo restou parcialmente salvada;
- A teimosia dessa estrutura em não querer ruir, mantendo-se agarrada no local, e deixando bem visível que nesse trecho não houve afastamento entre os prédios, traduz que não ocorreu deformação da fundação junto àquela divisa, excluindo causa da ruína por recalque do solo de fundação; o que já



se demonstrou nos termos do presente trabalho, provando que o prédio não deformou na base e isentando completamente as obras do Metrô-RJ de causa direta ou indireta pela ruína do prédio;

- Por cronologia, resta evidente que intervenções e obras do prédio, mais antigas que a obra do Metrô-RJ, também não deram causa ao sinistro;
- Laudos e trabalhos sobre a matéria já demonstraram que o prédio tombou para o seu lado esquerdo, quebrando na altura do 9º pavimento, soterrando o Edifício 13 de Maio e o Edifício Colombo;
- Não houve “*aviso da estrutura*”, como em geral ocorre em casos semelhantes (surgimento de trincas, vazamentos, inclinação, etc.), de que o prédio estaria em processo de instabilização, ou seja, o prédio ruiu por causa localizada e fulminante, tal como o *iceberg* do Titanic;
- Com este apêndice de reflexão técnica, quis contribuir, não só para ratificar a isenção das obras do Metrô-RJ como causa do sinistro, mas, principalmente, para a reflexão dos prezados pares congressistas sobre os inúmeros desdobramentos da ruína do Edifício Liberdade, sejam no âmbito técnico, jurídico cível, jurídico criminal, administrativo ou social;
- Nunca esquecendo que o acidente esmagou 23 pessoas, constando que 5 corpos não foram encontrados!

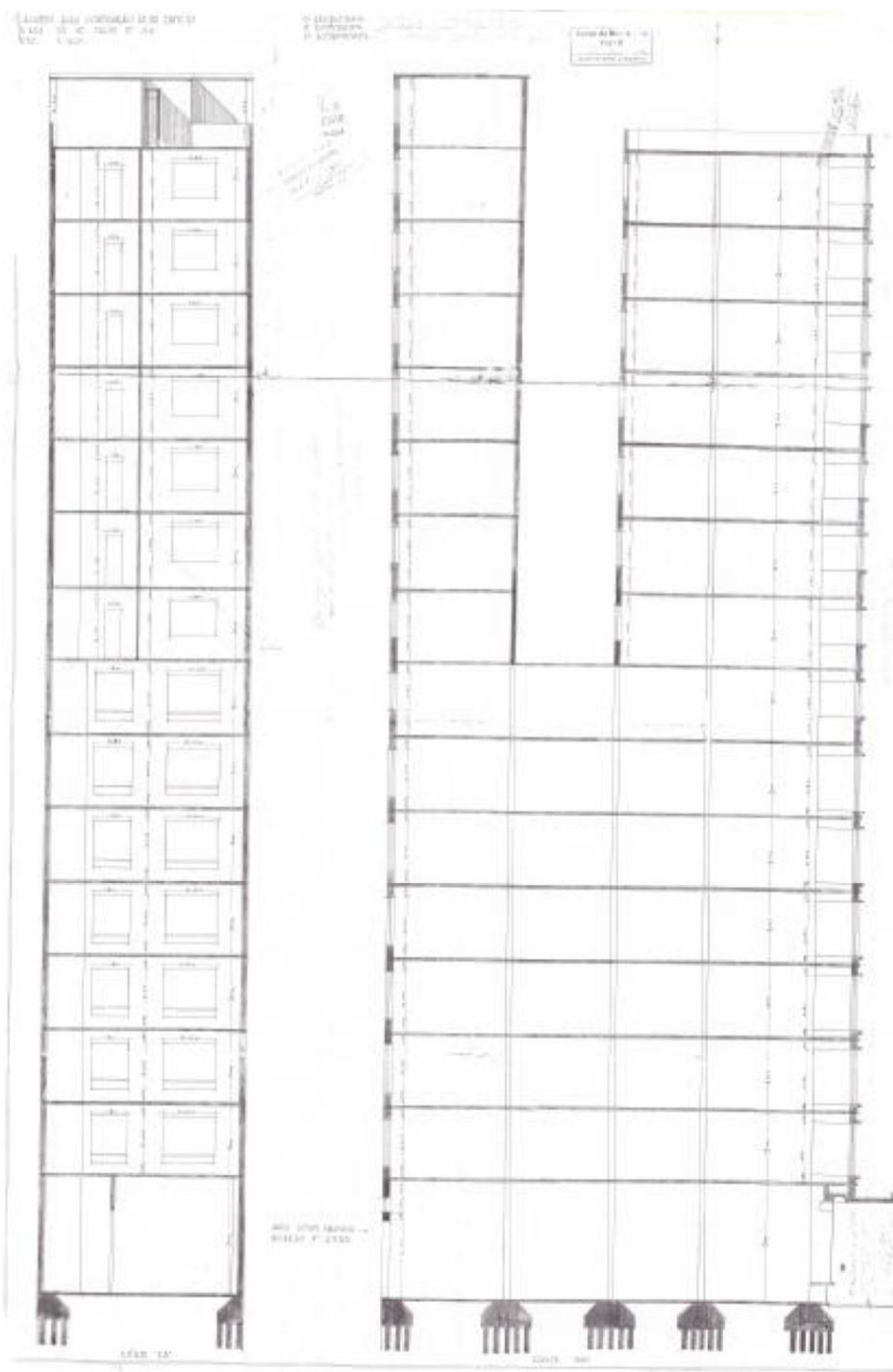




## BIBLIOGRAFIAS

- BARROS, R. A. (2005). Avaliação do Comportamento de Fundações em Estaca Hélice através de Medidas de Recalques. Dissertação de Mestrado, Laboratório de Engenharia Civil – UENF.
- BJERRUM, L. (1963). Interaction Between Structure and Soil. Proceedings European CSMFE, Wiesbaden, Vol. 2, pp. 135-137.
- COSTA NUNES, A. J. (1956). Curso de Mecânica dos Solos e Fundações.
- COSTA NUNES, A. J.; DRINGEMBERG, G. E.; FERNANDES, C. E. de M.; CRAIZER, Waldemar (1981). Tópicos de Geomecânica – Tecnosolo S. A., Rio de Janeiro – RJ.
- COSTA NUNES, A. J. (1987). Ground Prestressing – First Casagrande Lecture. VIII CPAMSEF, Cartagena, Colombia.
- DESIGN MANUAL (1971). Soil Mechanics, Foundations and Earth Structures; Department of the Navy; USA.
- GUSMÃO, A. D. (2006). Desempenho de Fundações de Edifícios. XIII COBRAMSEG, Curitiba, pp. 215- 240.
- LAMBE, T. William-WHITMAN, Robert V. (1969). Soil Mechanics; John Wiley & Sons, Inc.; USA.
- METRÔ-RJ – DIMES/DE (1978). Controle de Estabilidade de Edificações Adjacentes ao METRÔ-RJ; Rio de Janeiro; RJ.
- MELLO, Victor F. B. de, TEIXEIRA, Alberto H.(1971). Fundações e Obras de Terra; São Paulo; Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos; São Paulo; SP.
- MEYERHOF, G.G. (1956). Penetration Tests and Bearing Capacity of Cohesionless Soils, J.S.M.F.D., A.S.C.E., Vol. 82, nº SM1, pp. 866-1.
- MILITITSKY, J.; Consoli, N. C.; Schnaid, F. (2005). Patologia das Fundações. Ed. Oficina de Textos, São Paulo.
- NBR-13.752 (1996). Perícias de Engenharia na Construção Civil; Norma Brasileira da ABNT; RJ.
- POLSHIN, D.E. e Tokar, R.A. (1957). Maximum Allowable Non-Uniform Settlement of Structures, Proceedings 4th. ICSMFE, London, Vol. 1, pp. 402-405.
- RICARDO, Hélio de Souza, CATALANI, Guilherme (1997). Manual Prático de Escavação; São Paulo; McGraw-Hill do Brasil; São Paulo; SP.
- SKEMPTON A.W.; MACDONALD D.H. (1956), Allowable Settlements of Buildings. Proceedings Institution of Civil Engineers, London, Part 3, Vol. 5, pp. 727- 768.
- TAYLOR, Donald W. (1966). Fundamentals of Soil Mechanics; Wiley International Edition; NY/USA.
- VARGAS, Milton (1977). Introdução à Mecânica dos Solos; São Paulo; McGraw-Hill do Brasil; Ed. da Universidade de São Paulo; SP.
- VARGAS, M.; Silva, F.R. (1973). O Problema das Fundações de Edifícios Altos: experiência em São Paulo, Anais, Conferência Regional Sul-Americana Sobre Edifícios Altos, Porto Alegre.
- VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. (2002). Fundações. Volumes 1. Ed. COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro.

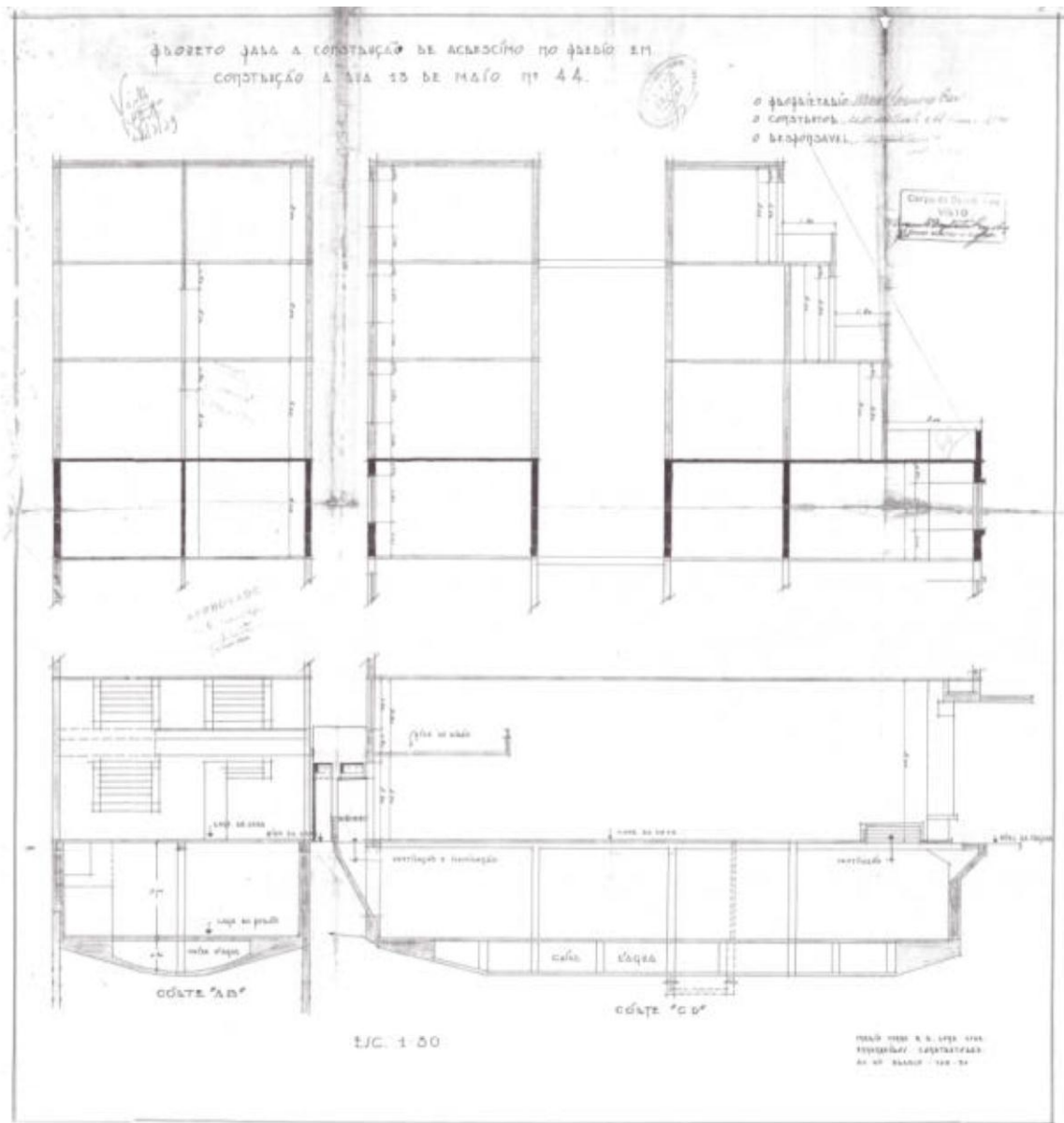
## ANEXO 01



CORTES TRANSVERSAL E LONGITUDINAL

PROJETO APROVADO DO EDIFÍCIO LIBERDADE – JUL/1938  
16 PAVIMENTOS – TÉRREO-2º/15º PAVIMENTO E CASA DE MÁQUINAS  
FUNDAÇÕES EM GRUPOS DE ESTACAS DE CONCRETO ARMADO  
DE 18,50m E ACABADAS COM BLOCOS DE COROAMENTO

ANEXO 02



CORTES TRANSVERSAL E LONGITUDINAL

PROJETO DE ACRÉSCIMO APROVADO DO EDIFÍCIO LIBERDADE – SET/1939  
20 PAVIMENTOS – SUBSOLO-TÉRREO-2º/18º PAVIMENTO  
NOTAR SUBSOLO COM CAIXA D'ÁGUA INFERIOR