Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro

Mylena da Costa Serafim de Oliveira

Zhang Xin Jie

Estudo de caso:

Acidente do Edifício Liberdade com as suas consequências e similaridades com outros casos

Trabalho de Conclusão de Curso

Trabalho apresentado como requisito parcial à conclusão do curso de Engenharia Civil na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

Orientadora: Fernanda de Andrade Salgado

Rio de Janeiro
Dezembro de 2021

Agradecimentos

Primeiramente gostaríamos de agradecer a Deus, por nos ter guiado nessa jornada de altos e baixos, nos dando sabedoria para ter chegado nesse presente momento. Nos deu saúde para conseguirmos passar por esses momentos difíceis que estamos passando nos últimos dois anos.

As nossas famílias, que são as nossas bases, que sempre nos deram amor, suporte, apoiou, incentivou e nunca nos deixaram desistir. Agradecemos a educação e valores que nos foram passados, foi fundamental para que estejamos aqui. Aos que nos deixaram durante essa jornada, gostaríamos muito que estivessem aqui, mas estarão sempre nos nossos corações.

Em uma das Frases do Pequenos Príncipe, a raposa diz "tú te tornas eternamente responsável por aquilo que cativas", por isso fica o nosso agradecimento aos nossos amigos, aqueles que fizemos durante a nossa etapa de graduação, que estiveram com a gente no nosso dia a dia ou nas aulas online, sem vocês seria muito mais difícil chegar até esse momento. Além dos que fizemos durante a nossa vida, que de alguma forma nos apoiaram, nem sempre estando fisicamente presente, mas nunca nos deixaram.

E por fim, gostaríamos de agradecer aos docentes, aos monitores e todos que contribuíram para a nossa trajetória, em especial a nossa orientadora, Fernanda de Andrade Salgado, que orientou a gente nessa última jornada, dando apoio e nos iluminando nos momentos que nos sentíamos perdidos. Esperamos poder nos reencontrar e te agradecer pessoalmente por tudo logo.

Mylena da Costa Serafim de Oliveira e Zhang Xin Jie

Resumo

O presente trabalho tem como tema o estudo de caso do Edifício Liberdade, que veio a desabar em 2012 no Centro do Rio Janeiro, e as suas consequências. Foi feita uma revisão bibliográfica do histórico da sua construção e as mudanças pelas quais a edificação passou ao longo dos anos, com obras internas e no seu entorno. Posteriormente, foram apresentadas as causas que levaram ao acidente. Apesar das perdas de vidas e perdas financeiras, este acidente teve como consequência positiva a criação, no ano de 2014, da norma da ABNT NBR 16280 – (Reformas em Edificações: Sistema de gestão de Reformas), que diz respeito aos requisitos gerais de gestão de controle de processos, projetos, execução e segurança da reforma. Por último, este trabalho apresenta outros acidentes ocorridos em edifícios enquanto os mesmos passavam por processos de reformas, abordando assim o impacto da norma ABNT NBR 16280 na construção civil brasileira e a abrangência do seu uso.

Palavras-chave: Edifício Liberdade; Acidente; Reforma; NBR16280**.**

Abstract

The main subject studied in this research is the Liberdade Building, which collapsed in 2012 in the city center of Rio Janeiro and its consequences. A bibliographical review was conducted concerning the building and its construction history as well as the changes that the building had undergone over the years, including renovation works that were done internally and on its surroundings. Subsequently, the causes that led to the accident were presented. Despite the financial loss and the lives that were lost in the accident, it had a positive outcome, in 2014 a standard rule was created, the ABNT NBR 16280 standard - (Renovations in Buildings: Renovation management system), which concerns the enforcement of the general management requirements control of processes, projects, execution and safety of renovation. Finally, this work presents other accidents that occurred in buildings while they were undergoing renovation processes, thus addressing the impact of the ABNT NBR 16280 standard rule on Brazilian civil construction and the scope of its use.

Keywords: Liberdade Building; Accident; Renovation; NBR16280.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1
1.1 Objetivo 2
2 O edifício 4
2.1 Localização 4
2.2 Descrição da Edificação 6
2.2.1 Histórico de mudanças 6
2.2.2 Impacto da Construção do Metrô 10
2.3 Sistema Construtivo 14
2.3.1 História do concreto armado 14
2.3.2 Estrutura do Edifício Liberdade 17
3 CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DO ACIDENTE 23
3.1 Causa/ Origem 24
3.1.1 Modificação do projeto 25
3.1.2 Construção sobre aterro 25
3.1.3 Abertura irregular de janelas em na fachada lateral 26
3.1.4 Explosão de gás 26
3.1.5 Influência da construção e operação do Metrô 27
3.1.6 Reforma no 9° andar 28
3.2 Consequências 31
4 A ABNT NBR 16280 36
5 OUTROS ACIDENTES NA CONSTRUÇÃO CIVIL 39
5.1 Edifício Andrea 39
5.2 Igreja Renascer 45
5.3 Prédio da Travessa do Liceu 48
5.4 Desabamento em Volta Redonda 50
6 CONCLUSÃO 52
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 58

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 6.1 – Comparativo dos Acidentes 52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Localização do Ed. Liberdade 5
Figura 2.2 – Terreno atualmente 5
Figura 2.3 – Planta do Térreo e 2° ao 8° Pavimento 6
Figura 2.4 – Planta do 9° ao 15° Pavimento e Terraço 7
Figura 2.5 – Representação de um Jirau 8
Figura 2.6 – Modificação do Edifício Liberdade 8
Figura 2.7 – Certidão da Inexistência do 20° andar 9
Figura 2.8 – Vista da empena esquerda do Edifício Liberdade 10
Figura 2.9 – Construção do metrô ao lado do Edifício Liberdade e do Teatro Municipal 11
Figura 2.10 – Ortoimagem da obra do metrô no Centro do Rio de Janeiro 12
Figura 2.11 – Representação do Sistema *cut and cover* 13
Figura 2.12 – Obra do Lote 4, com o Edifício Liberdade ao fundo 14
Figura 2.13 – Joseph-Louis Lambot e seu barco de argamassa de cimento reforçada com telas de fios de ferro 15
Figura 2.14 – Edifício Sampaio Moreira, cerca de 1929 16
Figura 2.15 – Edifício A Noite. 16
Figura 2.16 – Croqui extraído do laudo do ICCE (térreo ao 8° pav.) 18
Figura 2.17 – Croqui extraído do laudo do ICCE (9° pav. Em diante) 19
Figura 2.18 – Foto interna do 6° pavimento 20
Figura 2.19 – Tipo de mísula reta com variação linear 21
Figura 2.20 – Esquema estrutural do Ed. Liberdade 21
Figura 3.1 – Possíveis causas do desmoronamento do Edifício Liberdade. 24
Figura 3.2 – Esquema do terreno após aterro 25
Figura 3.3 – Julieta na sua varanda em frente ao desabamento 27
Figura 3.4 – Croquis esquemáticos da obra 30
Figura 3.5 – Escombro do acidente 31
Figura 3.6 – Escombro do Acidente 32
Figura 3.7 – Escombro do Acidente 32
Figura 3.8 – Cilindro de gás encontrado no local do acidente 33
Figura 3.9 – Estrutura do prédio ao lado que suportou o acidente 33
Figura 3.10 – Pessoas correndo no momento do acidente, visto pela câmera de segurança do prédio vizinho 34
Figura 3.11 – Esquema de como os edifícios caíram 34
Figura 5.1 – Localização do Edifício Andrea 39
Figura 5.2 – Escombros do Edifício Andrea 40
Figura 5.3 – Ilustrativo do Edifício Andrea 41

Figura 5.4 – Edifício Andrea 41
Figura 5.5 – ART da obra do Edifício Andrea 43
Figura 5.6 – Pilares do Edifício Andrea, durante reforma 44
Figura 5.7 – Terreno onde situava a Igreja Renascer 46
Figura 5.8 – Desabamento do telhado da Igreja Renascer, Cambuci, São Paulo - SP 47
Figura 5.9 – Localização do terreno, Centro, Rio de Janeiro – RJ 48
Figura 5.10 – Desabamento do prédio de 4 pavimentos 49
Figura 6.1 – Área de estudo/atuação dos entrevistados 54
Figura 6.2 – Quantitativo dos alunos que possuem conhecimento da norma 55
Figura 6.3 – Local de conhecimento da norma 56

1 INTRODUÇÃO

Acidentes na construção civil ocorrem de tempos em tempos em todo o mundo, em muitos casos com vítimas fatais, e no Brasil a situação não é diferente. Os acontecimentos podem ser originados por diversos fatores, como erros de projeto e execução, falta de manutenção preventiva, causas naturais não previstas e falta de capacitação técnica dos envolvidos ou supervisão de profissionais (CUNHA; LIMA; SOUZA, 1992, p.7).

A reforma é uma das áreas da construção civil que pode ser afetada pelos acidentes em seu processo. Esse tipo de obra possui particularidades em relação a construções novas, como a execução com as edificações em funcionamento, a falta de informações sobre os sistemas estruturais e de instalações existentes, a descoberta de interferências não previstas durante a execução, a não compatibilidade das características do edifício com o programa de necessidades do projeto e os riscos do comprometimento da segurança (BARBOSA, 2016).

O setor de obras de reformas nacionais contém um certo grau de informalidade, sendo possível observar através da pesquisa realizada em 2015 pelo Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU/BR) e pelo Instituto Datafolha, onde 54% da população economicamente ativa já construiu ou reformou imóvel residencial ou comercial. Desse montante 85,40% fizeram o serviço por conta própria ou com pedreiros e mestres de obras. E apenas 14,60% contrataram arquitetos ou engenheiros (PESQUISA..., 2015).

A importância da presença de um profissional que realize e monitore as obras é visível no incidente do Edifício Liberdade, que levou à ruína dos outros dois edifícios ao lado, em 2012. Nos laudos foram citados diversos fatores que poderiam ter levado a falência da estrutura, sendo um dos motivos, a não contratação de uma empresa responsável para executar a obra, isso porque o locatário do pavimento supôs que o

arranjo estrutural de todos os andares eram iguais, portanto utilizou o mesmo projeto da obra, recém realizado no 3° pavimento.

Após o desastre causado pelo mal planejamento e execução da obra do Edifício Liberdade, foi elaborada a norma técnica “ABNT NBR 16280:2014 - Reformas em edificações”. A norma ressalta a obrigação na contratação de profissional qualificado e registrado para acompanhar a obra, seja um arquiteto ou engenheiro.

Assim, todas as obras passarão a ter uma supervisão técnica com a elaboração dos projetos e a execução. Isso não só garante a segurança dos moradores e os terceiros nas edificações habitadas, como também os serviços estarão integrados em conformidade com as noções técnicas da arquitetura e engenharia e haverá maior comprometimento na responsabilidade e segurança durante e após a execução da reforma (LIMA; FIGUEIREDO, 2021).

É importante que a elaboração dos projetos e a execução das obras sigam as normas vigentes, de forma a garantir a segurança ao longo de todas as etapas. A normalização é definido como sendo o "processo de formulação e aplicação de regras para o tratamento ordenado de uma atividade específica, para o benefício e com a cooperação de todos os interessados e, em particular, para a promoção da economia global ótima, levando na devida conta condições funcionais e requisitos de segurança" (SOPELSA, 2012).

1.1 Objetivo

Este estudo tem como objetivo analisar o episódio do desabamento do Edifício Liberdade, ocorrido na Cinelândia em janeiro de 2012, próximo ao Teatro Municipal da cidade do Rio de Janeiro. Será abordado o momento histórico e características construtivas da edificação, bem como a origem e as suas causas do desmoronamento.

Acidentes com características semelhantes também serão analisados, com intuito de identificar padrões e propor medidas que podem ser adotadas na construção civil de modo que os acidentes com estes aspectos não se repitam.

2 O EDIFÍCIO

2.1 Localização

A edificação em estudo é o Edifício Liberdade, um edifício comercial, que se localizava na Avenida Treze de Maio n° 44, Cinelândia, no Centro do Rio de Janeiro - RJ. Entre o principal ponto de referência da sua localização, estava o fato dele ser localizado no centro histórico e ao redor do Teatro Municipal, mais especificamente nos fundos do mesmo. Em torno do Edifício Liberdade estavam localizados mais dois prédios: o Edifício 13 de Maio (Av. Treze de Maio, n°40) e o Edifício Capital (Av. Treze de Maio, n° 46) (PARECER..., 2015).

Para melhor visualização, a Figura 2.1 apresenta o Edifício Liberdade à esquerda e os outros dois edifícios mais baixos à direita e a Figura 2.2 mostra a situação do terreno atualmente, que se encontra abandonado, de acordo com o 7° registro de imóveis da cidade do Rio de Janeiro, mat. 40.639 – ficha 53.320, o edifício ocupava 8,8 m de fachada, 8,62 de fundo e com seus laterais de 20 m e 19,59 m de lateral da direita para esquerda, respectivamente (PARECER..., 2015).

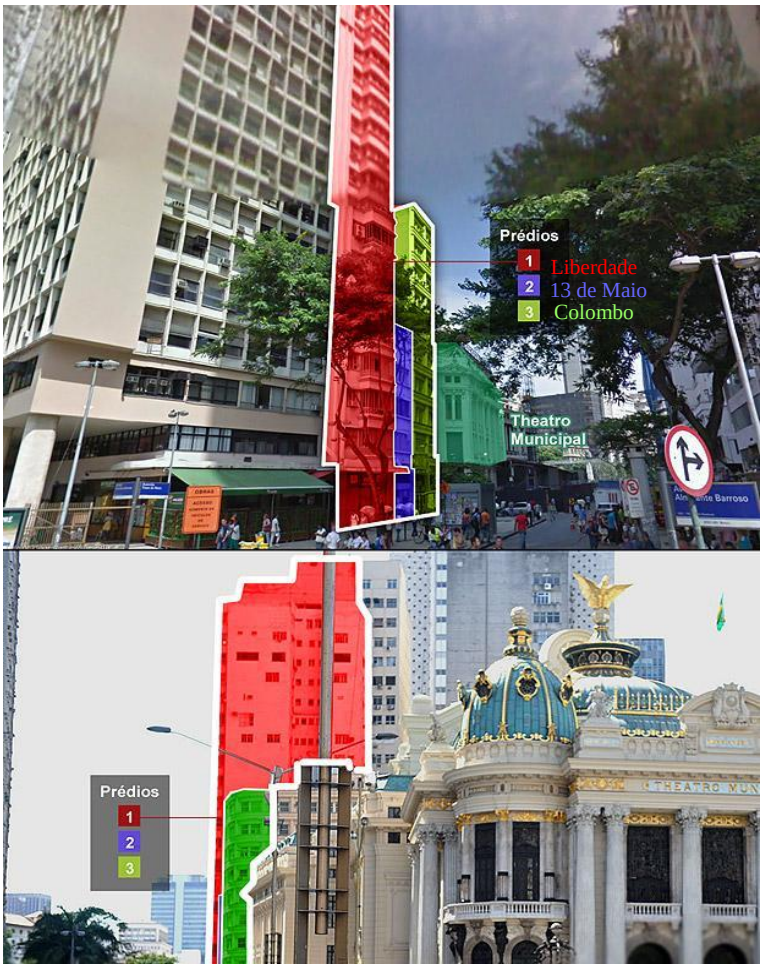


Figura 2.1 – Localização do Ed. Liberdade
Fonte: Terra, 2013

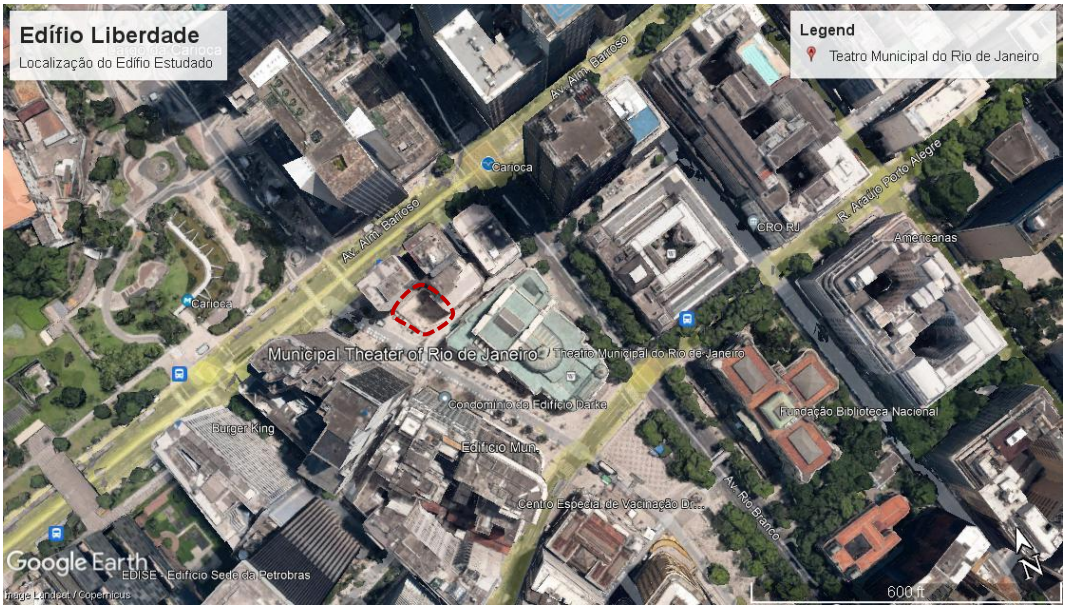


Figura 2.2 – Terreno atualmente
Fonte: Google Earth, 2021

2.2 Descrição da Edificação

2.2.1 Histórico de mudanças

Segundo o documento do processo de construção, nº 42.843/38, em 14 de maio de 1938 ocorreu o processo de autorização para o início da obra, com o preparo do terreno e fundações, sendo aprovada a construção dos 15 primeiros andares. (PARECER..., 2015).

O prédio foi projetado para dispor até o 8° andar de pavimentos corridos, que são andares totalmente abertos, sem divisão de ambientes como mostrado na planta da Figura 2.3. E foi subdividido em 4 salas por pavimento entre o 9° até o 15° andar, (Figura 2.4) (COURI; DEUTSCH, 2013).

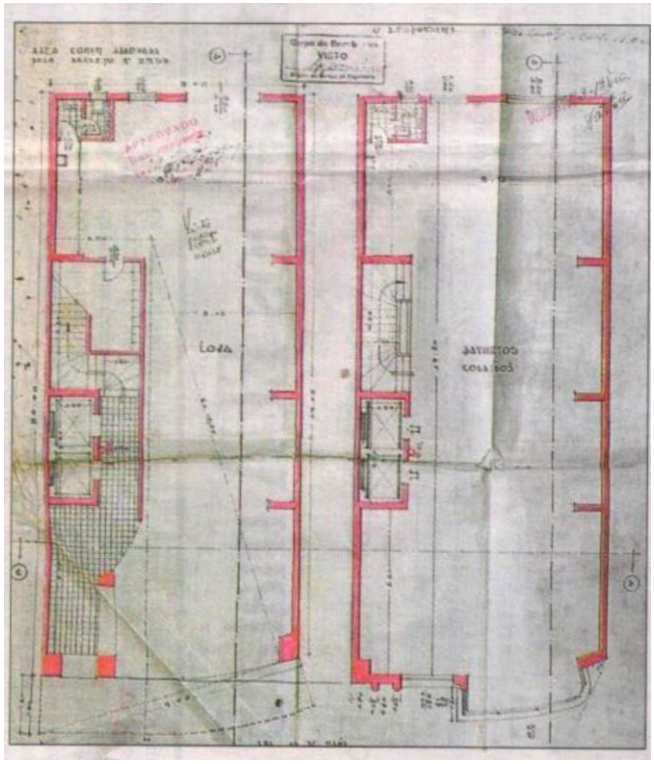


Figura 2.3 – Planta do Térreo e 2° ao 8° Pavimento
Fonte: Couri; Deutsch, 2013

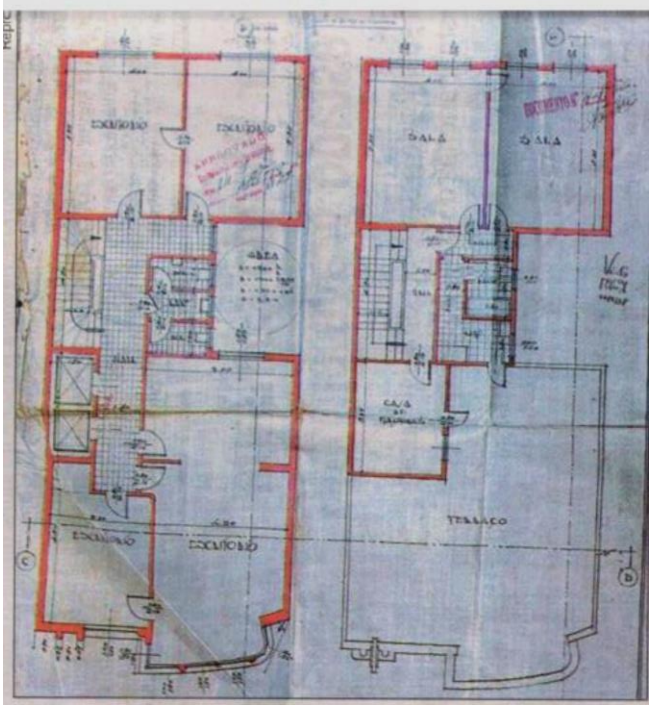


Figura 2.4 – Planta do 9° ao 15° Pavimento e Terraço
Fonte: Couri; Deutsch, 2013

No ano seguinte, de acordo com os documentos na prefeitura, foram adicionados no projeto mais três andares e um terraço, dispostos em forma escalonada, além de um subsolo e um jirau (PARECER..., 2015). Segundo a definição do dicionário Aurélio, jirau é um espaço construído à meia altura de um pavimento principal, usualmente feito de madeira (FERREIRA, 2008). Hoje em dia, são espaços utilizados como depósitos, principalmente em espaços comerciais, ocupando no máximo 50% da área total do estabelecimento. Segue o exemplo abaixo (Figura 2.5) do empreendimento da construtora Calçada.

Figura 2.5 – Representação de um Jirau
Fonte: Construtora Calçada, 2012

Posteriormente, uma nova mudança ocorreria, com os novos andares sendo modificados para que vissem a ficar de forma alinhada com a fachada. Assim, foi feito um acréscimo de área, possível de ser verificado na Figura 2.6.

Figura 2.6 – Modificação do Edifício Liberdade
Fonte: Rosário, Zacché, Santana, Abreu, 2015

Segundo o Parecer... (2015), em um momento indeterminado, o prédio passou por uma nova mudança, desta vez apenas no 9° andar. Nesta reforma foi fechado o prisma de ventilação e de iluminação, e construída uma laje, aumentando assim a área útil no andar.

O Parecer..., (2015) também retrata que, em outro momento histórico, o 19º andar foi transformado em pavimento, além de ter erguido o 20º pavimento, criando-se um terraço. O 20° foi referido durante o documento do Parecer Técnico, como um andar fantasma, já que segundo a certidão observada na Figura 2.7 atesta a inexistência do mesmo.

12/009215 SERVIÇO REGISTRAL

7º OFÍCIO DO REGISTRO DE IMÓVEIS
DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Décio Luiz Gomes
Registrador

Travessa do Ouvidor, 9 - 2º andar - Tel: 2507-3515 - Cep: 20040-040 — CNPJ: 30.715.734/0001-18

CERTIFICO a requerimento de pessoa interessada - após proceder buscas nos livros e arquivos deste Serviço Registral, desde 25 de setembro de 1931, data de sua instalação, até hoje, **que não foi encontrada transcrição do imóvel designado por 20º andar do prédio situado na Avenida Treze de Maio, número 44**, na freguesia de São José, de como se pediu certidão. O referido é verdade; do que dou fé. ERA O QUE TINHA A CERTIFICAR SOBRE O QUE ME FOI REQUERIDO. Rio de Janeiro, 30 de julho de 2012. Eu, Waldemar Coelho Junior_____, Escrevente a extrai.

Luiz Carlos Barcellos
4º Ofício Subdistrito - 7º R.I
Cadastro 94/0238 COJ/RJ

Figura 2.7 – Certidão da Inexistência do 20° andar
Fonte: Parecer..., 2015

Desse modo, o último projeto foi aprovado com subsolo e 18 pavimentos e assim foi construído, tendo sido concedido o “habite-se” em 5 de setembro de 1940 (COURI; DEUTSCH, 2013).

Entretanto, segundo Couri e Deutsch (2013), há registro, na década passada, de um pedido para a abertura de uma janela no 18° andar, na empena esquerda do prédio (Figura 2.8). Também é possível observar outras janelas na lateral cega do prédio.

Figura 2.8 – Vista da empena esquerda do Edifício Liberdade
Fonte: Couri; Deutsch, 2013

A seguir encontra-se, de forma resumida, todas as mudanças externas de configuração sofridas pelo Edifício Liberdade, desde a sua construção até o seu colapso:

- Acréscimo dos 16º, 17º e 18º andares, terraço, subsolo e jirau;
- Mudança da linha de fachada, perdendo o formato de escalonamento para uma forma retangular;
- Fechamento do prisma de Ventilação e Iluminação no 9º andar;
- Transformação do 19º de terraço em pavimento, em conjunto com a criação do 20º andar e do novo terraço;
- Colocação de janelas na empena esquerda.

2.2.2 Impacto da Construção do Metrô

Entre os anos de 1973 e 1978, ocorreu a construção da Linha 1, do Metrô do Rio de Janeiro (Figura 2.9), que passaria pelo centro do Rio de Janeiro. No dia 5 de março de 1979, foi inaugurado o primeiro trecho do Metrô carioca, com extensão de 4,3 Km, o qual

compreendia cinco estações: Glória, Cinelândia, Presidente Vargas, 27 Central e Praça Onze (AZEVEDO, 2010).

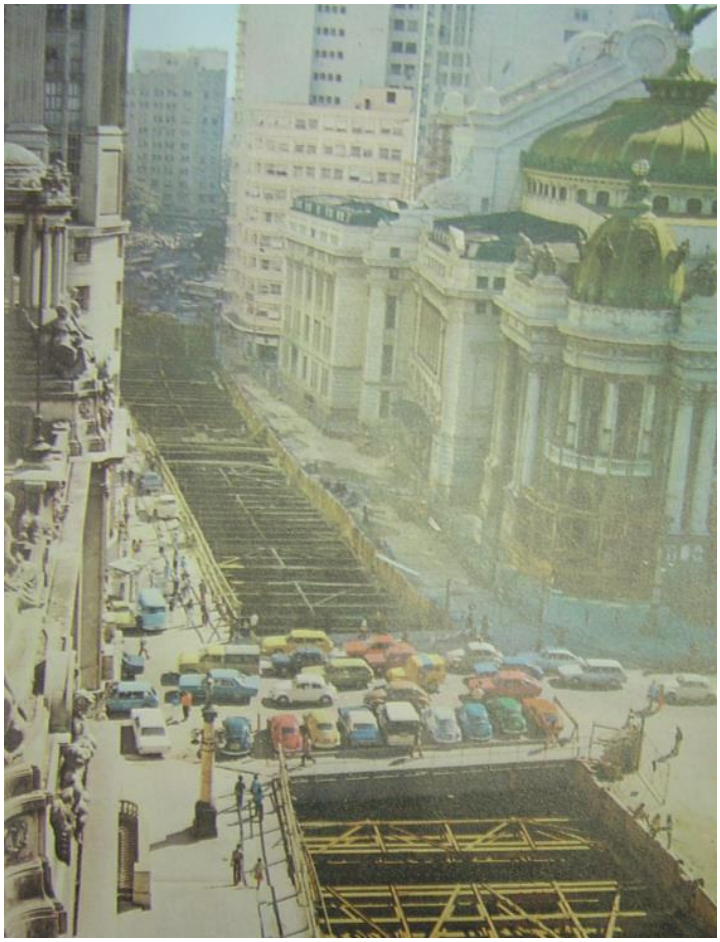


Figura 2.9 – Construção do metrô ao lado do Edifício Liberdade e do Teatro Municipal
Fonte: Início...,2019

A construção do túnel do metrô desloca uma grande quantidade de terra e, por isso, qualquer que seja o método de execução da obra, provocará recalques da superfície do terreno. Como esses recalques têm forma de sela, as edificações situadas nessa área estarão sujeitas a recalques diferenciais que poderão danificá-las (TEIXEIRA; GODOY, 2019).

Como pode ser observado na Figura 2.10, a proximidade com o lote da construção da linha do metrô, fez com que o Edifício Liberdade estivesse na área de influência, sendo sujeito a recalque e outras deformações.

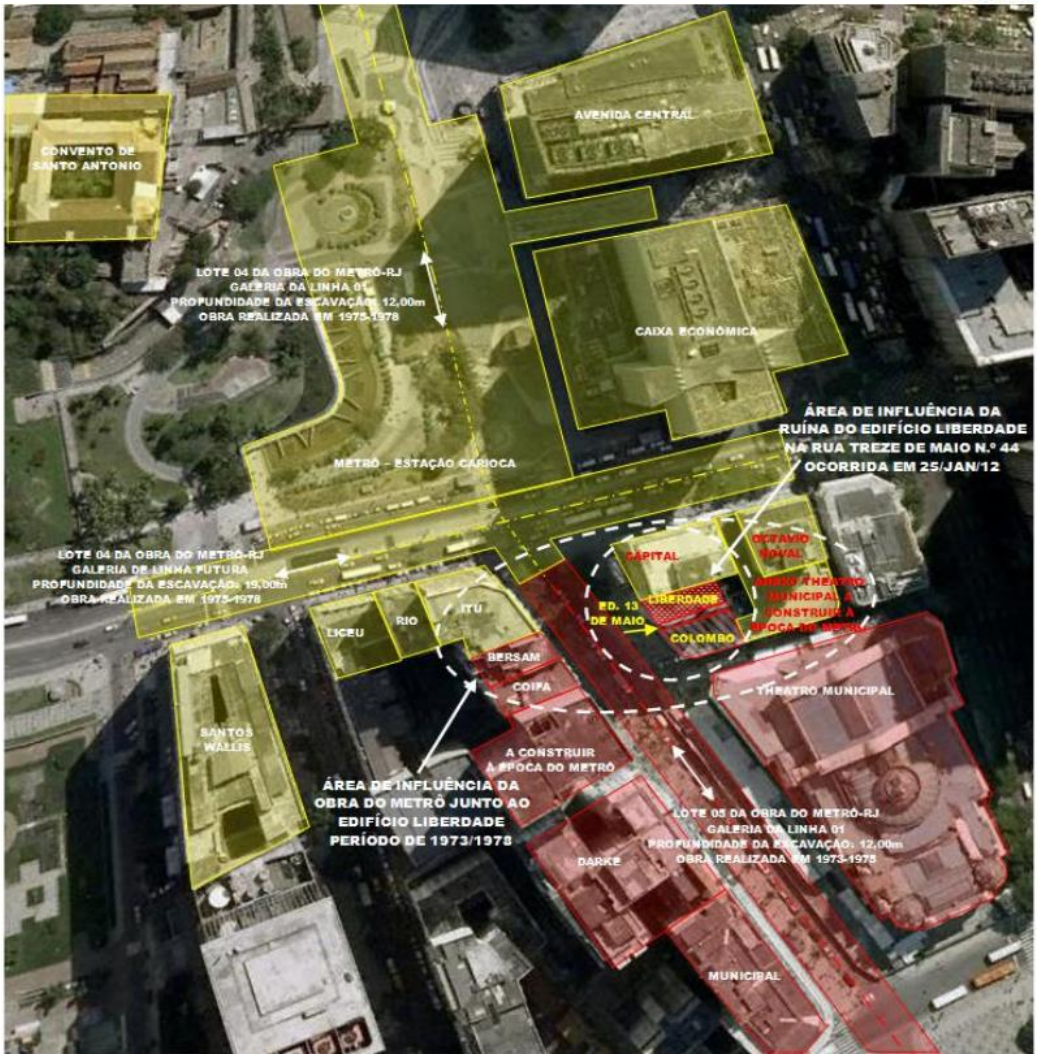


Figura 2.10 – Ortoimagem da obra do metrô no Centro do Rio de Janeiro
Fonte: Maia, 2017

A obra do metrô em torno do Edifício Liberdade, pode ser dividida em dois trechos, como retratado por Maia (2017), o Lote 4 e o Lote 5. A primeira obra ocorreu no Lote 5, durante os anos de 1973 e 1975 (hachura vermelha na Figura 2.10). Essa obra foi executada em processo *cut and cover* (Figura 2.11), sendo caracterizado como vala escavada atingindo profundidade de escavação até 13,00m, estroncada 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) (MAIA, 2017).

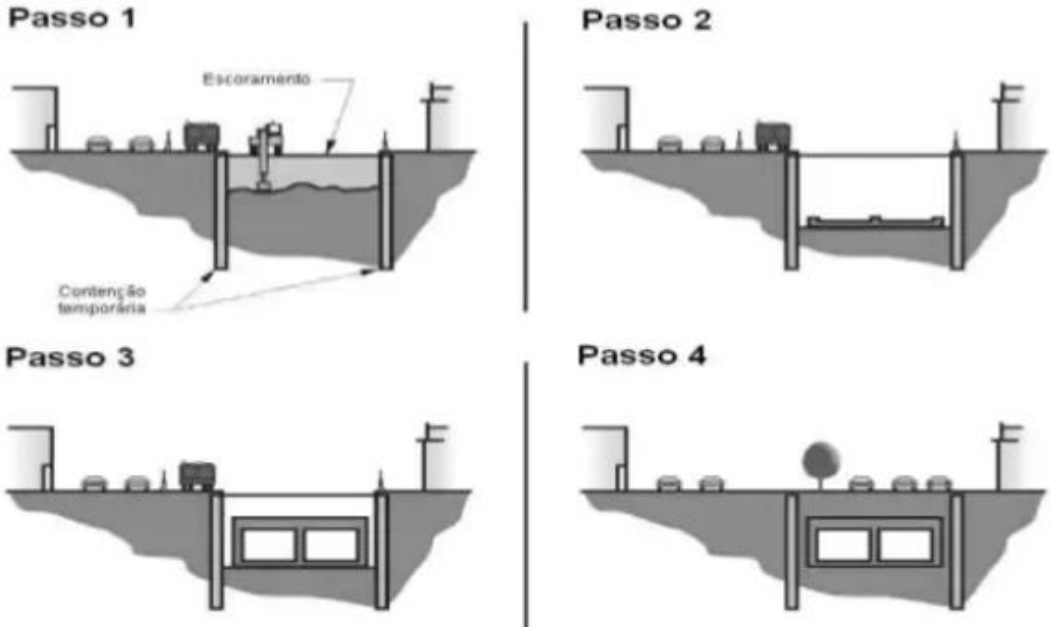


Figura 2.11– Representação do Sistema *cut and cover*
Fonte: Lima, 2016

Já o Lote 4 (hachura amarela na Figura 2.10), teve a sua construção iniciada na sequência do Lote 5, no ano de 1975, e sendo finalizado em 1978. A execução foi semelhante ao Lote 5, em *cut and cover*, (Figura 2.11) com vala escavada atingindo profundidade de escavação até 18,00m, e outras características executivas (MAIA, 2017). A obra do Lote 4 pode ser notada na Figura 2.12.

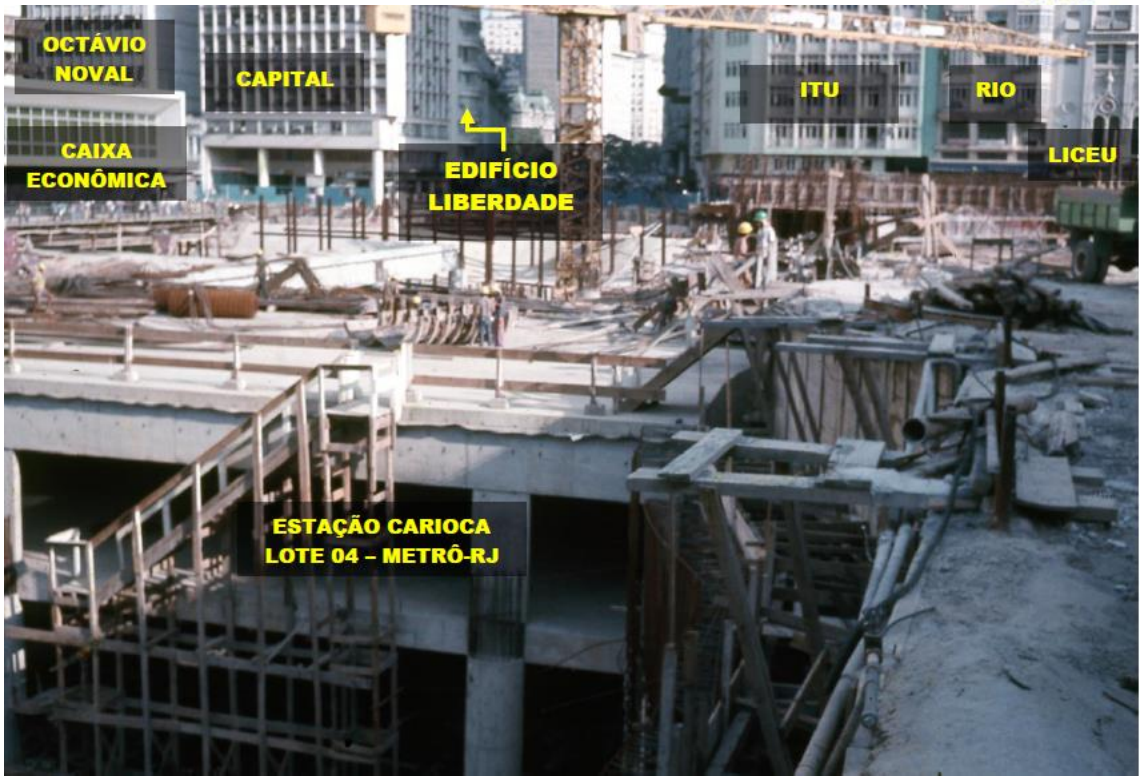


Figura 2.12 – Obra do Lote 4, com o Edifício Liberdade ao fundo
Fonte: Maia, 2017

Segundo Maia (2017), 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" (Skempton; Mac Donald, 1956). Na época, houve relatos da apresentação de fissuras não significativas em alvenarias. Além disso, ocorreu o descolamento na junta da divisa lateral direita do Edifício Liberdade com o Edifício Capital.

2.3 Sistema Construtivo

2.3.1 História do concreto armado

O "cimento armado" foi desenvolvido pelo francês Joseph-Louis Lambot no ano de 1849 na elaboração de um barco (Figura 2.13) feito por telas de fios de ferro e preenchido

de argamassa de cimento. Um ano depois, Joseph Mounier fabricou diversos elementos utilizando reforços de ferro, como vasos de jardinagem feitos com argamassa de cimento e armadura de arame; e posteriormente elementos mais robustos, como um reservatório, escadas e uma ponte com vão de 16,5m, dando início a história do que é conhecido hoje em dia como concreto armado (BASTOS, 2019).

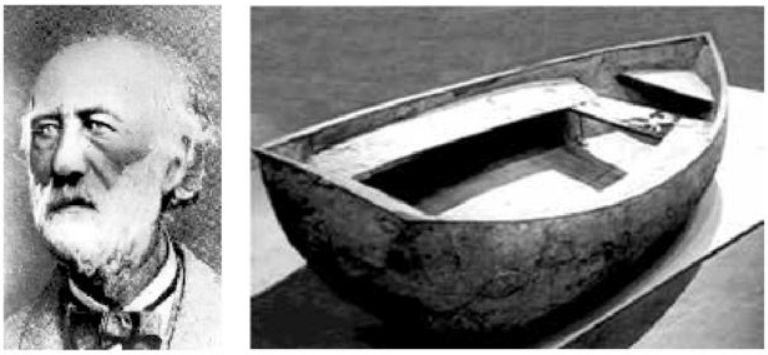


Figura 2.13 – Joseph-Louis Lambot e seu barco de argamassa de cimento reforçada com telas de fios de ferro
Fonte: Researchgate, 2012

O concreto armado foi difundido no Brasil no início do século XX, como um produto patenteado, distribuído por empresas estrangeiras da época. O início da instalação das cimenteiras ocorreu em meados de 1920, sendo um período de grande evolução na construção civil. Depois, em 1940, ocorreu a quebra das patentes e a utilização do material passou a ser normalizada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (OLIVEIRA; SANTOS, 2008).

A criação e a evolução desse sistema construtivo possibilitaram que fossem construídos grandes edifícios nas maiores cidades brasileiras. Em 1924, o primeiro arranha-céu foi inaugurado na cidade de São Paulo, chamado Edifício Sampaio Moreira, com seus 50 metros de altura (Figura 2.14). Já em 1929, na cidade do Rio de Janeiro, foi construído um prédio com o dobro da altura do Edifício Sampaio, o Edifício A Noite (Figura 2.15) (BUNDER, 2016).

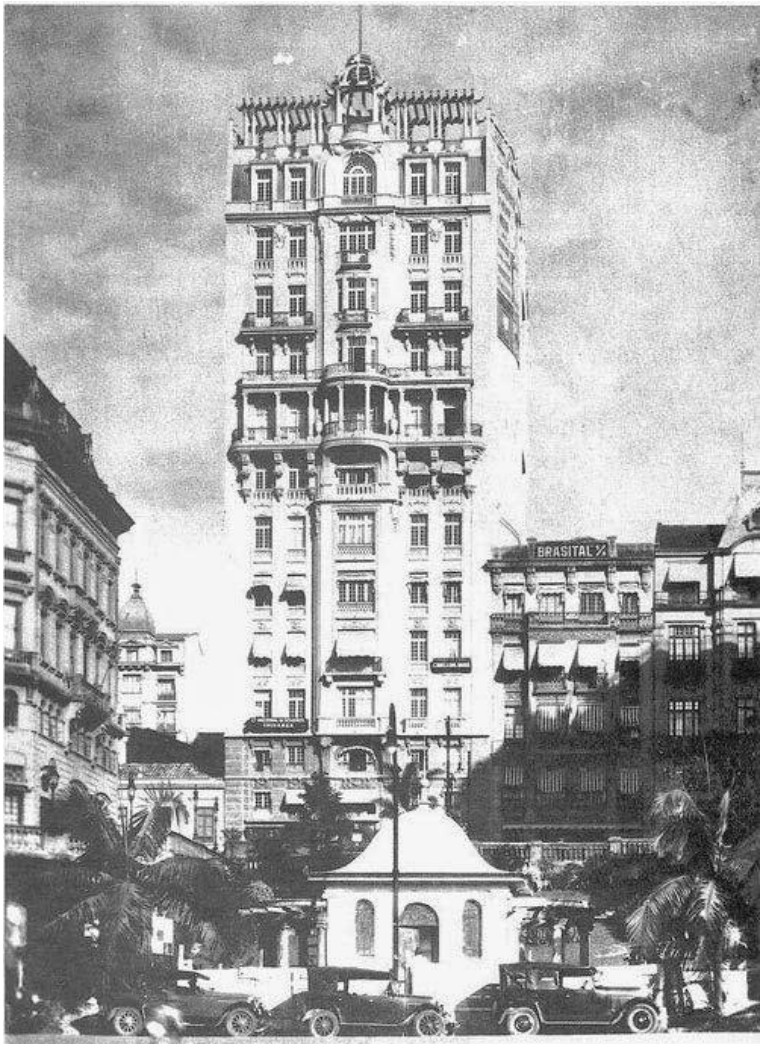


Figura 2.14 – Edifício Sampaio Moreira, cerca de 1929
Fonte: Vasquez, 2002

Figura 2.15 – Edifício A Noite
Fonte: Diário do Rio, 2015

2.3.2 Estrutura do Edifício Liberdade

A construção do Edifício Liberdade também se adaptou ao uso do concreto armado, que possibilitou a execução de uma estrutura mais alta e esbelta. O aço utilizado na época era liso, ao invés de nervurado (que promove a maior aderência entre o aço e o concreto), no entanto, esta era a forma permitida para construção naquele momento (MENDONÇA; MOUNZER, 2021).

Embora PARECER..., (2015, p. 8) afirmar que não foi possível encontrar o projeto estrutural para construção dos 15 pavimentos iniciais, assim como o projeto de reforço da estrutura dos pavimentos acrescidos (16°, 17°, 18°, terraço), o ICCE (Instituto de criminalística Carlos Éboli) elaborou as plantas com possíveis arranjos estruturais, sendo a Figura 2.16 referente ao térreo ao 8° andar e a Figura 2.17 referente ao 9° pavimento em diante. Os 10 pilares localizavam-se somente nas fachadas laterais, não existindo pilares centrais.

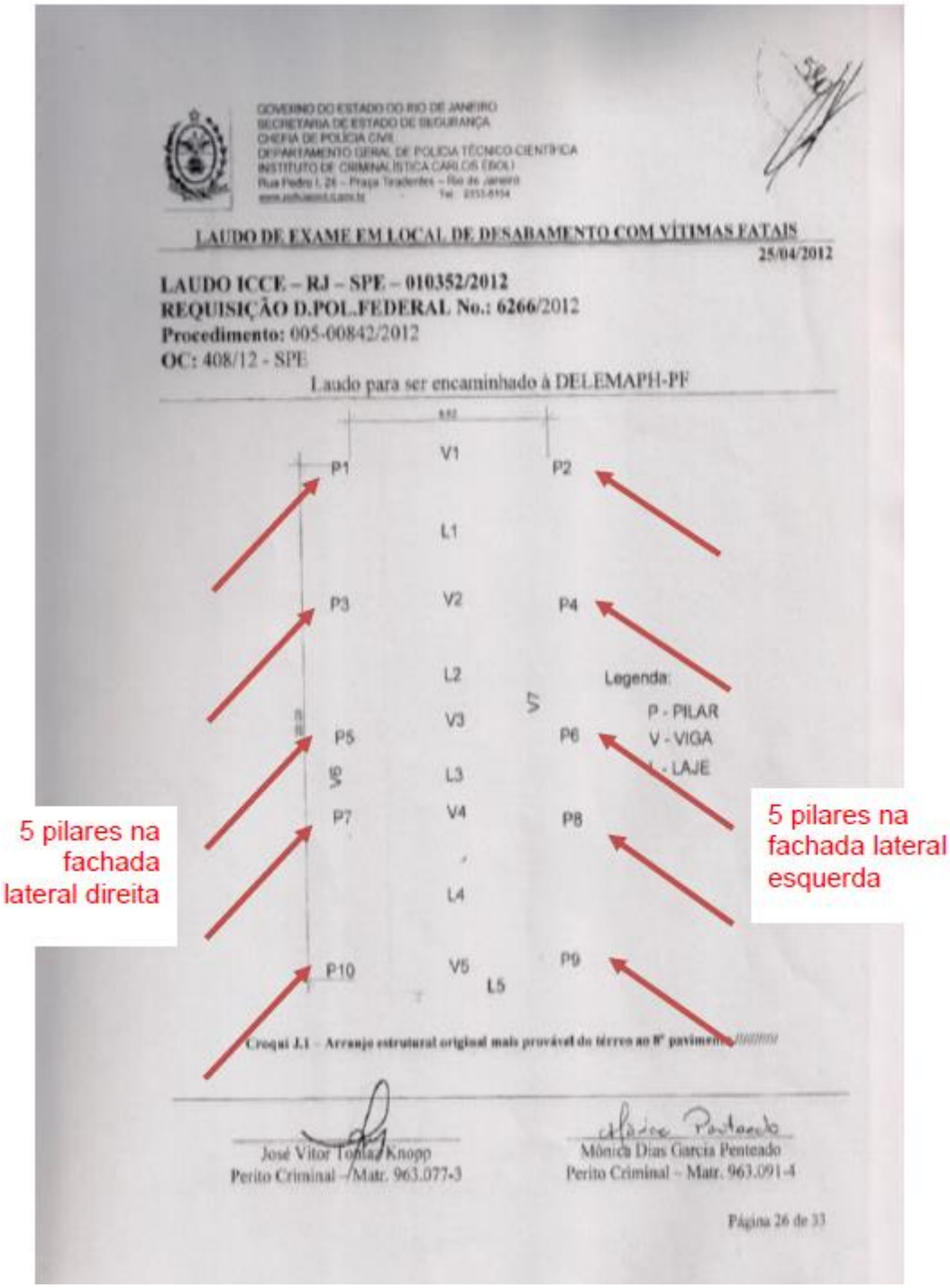
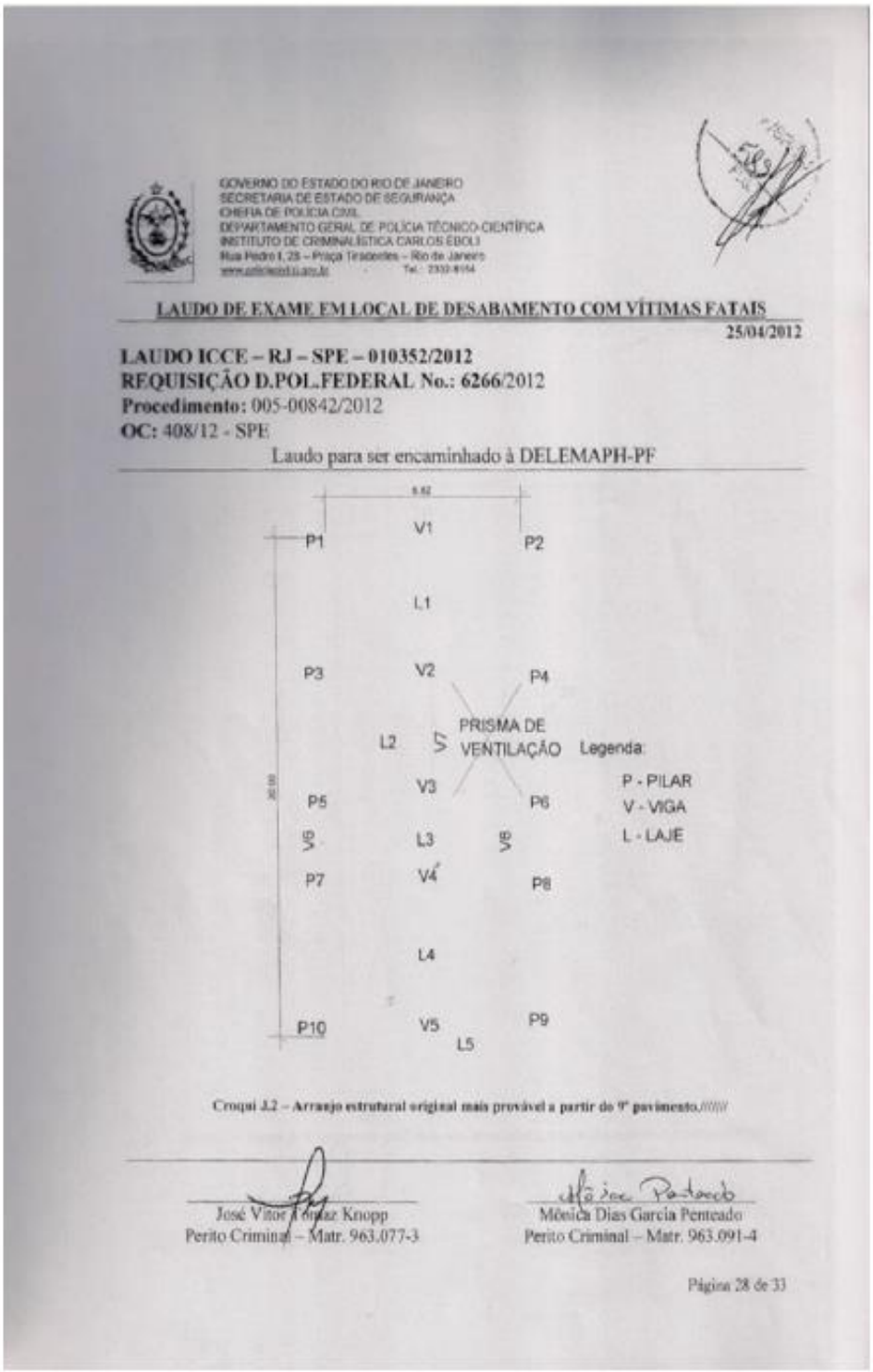


Figura 2.16 – Croqui extraído do laudo do ICCE (térreo ao 8° pav.)
Fonte: PARECER..., 2015



GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA DE ESTADO DE SEGURANÇA
CHEFIA DE POLÍCIA CIVIL
DEPARTAMENTO GERAL DE POLÍCIA TÉCNICO-CIENTÍFICA
INSTITUTO DE CRIMINALÍSTICA CARLOS ÉBOLI
Rua Pedro I, 28 – Praça Tiradentes – Rio de Janeiro
www.policiacivil.rj.gov.br · Tel.: 2332-8154

LAUDO DE EXAME EM LOCAL DE DESABAMENTO COM VÍTIMAS FATAIS

25/04/2012

LAUDO ICCE – RJ – SPE – 010352/2012
REQUISIÇÃO D.POL.FEDERAL No.: 6266/2012
Procedimento: 005-00842/2012
OC: 408/12 - SPE

Laudo para ser encaminhado à DELEMAPH-PF

Croqui J.2 – Arranjo estrutural original mais provável a partir do 9° pavimento.

José Vitor Fonseca Knopp
Perito Criminal – Matr. 963.077-3

Mônica Dias Garcia Penteado
Perito Criminal – Matr. 963.091-4

Página 28 de 33

Figura 2.17 – Croqui extraído do laudo do ICCE (9° pav. em diante)
Fonte: PARECER..., 2015

Na Figura 2.18, pode-se certificar que na ligação dos pilares com as vigas se davam por mísulas (PARECER, 2015). Segundo o Couri e Deutsch (2013), mísulas são trechos de vigas mais altas junto aos apoios nos pilares, garantindo um funcionamento estrutural específico e não podendo ser suprimidas sem sério comprometimento do funcionamento local e global da estrutura. São adotadas mísulas por barras retas com uma variação linear ou parabólica em uma das pontas ou com duas mísulas simétricas nas suas extremidades, como identificado na Figura 2.19. (CALDERÓN, 2018). Este tipo de concepção estrutural era comumente encontrado em diversos edifícios no Centro do Rio de Janeiro.

Figura 2.18 – Foto interna do 6° pavimento
Fonte: PERECER, 2015

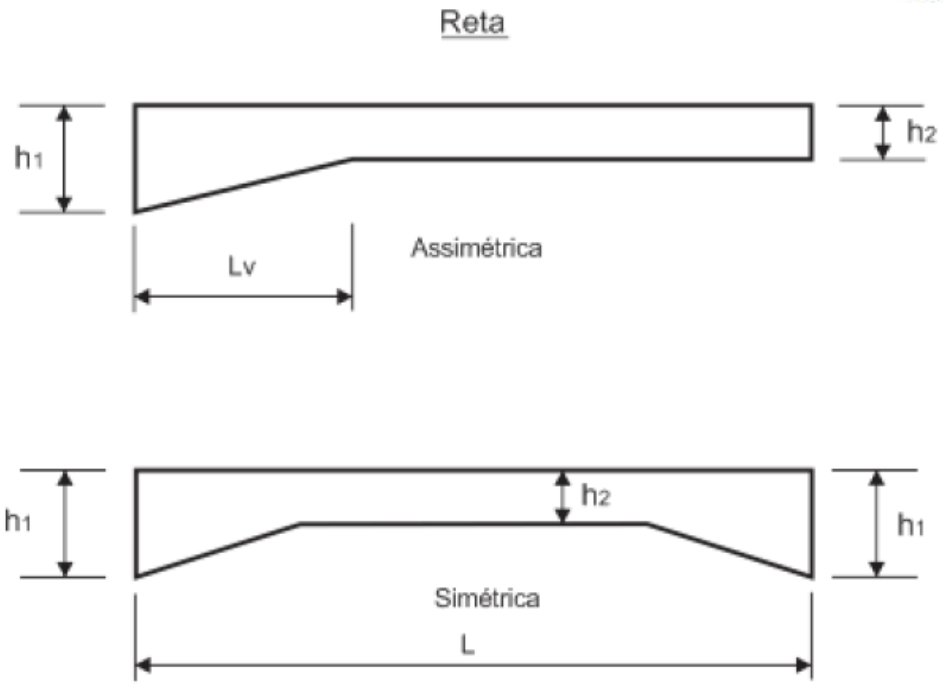


Figura 2.19 – Tipo de mísula reta com variação linear
Fonte: CALDERÓN, 2018

No 17° Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias (COBREAP), realizado no Instituto Brasileira de Avaliações e Perícias de Santa Catarina (IBAPE-SC) em 2013, o engenheiro Gilberto Couri e a arquiteta Simone Deutsch apresentaram o arranjo estrutural elaborado pelo ICCE, onde a partir do 9° andar são alocados os pilares apoiados sobre as vigas de transição do teto do 8° pavimento (Figura 2.20), possibilitando a criação do prisma de ventilação e iluminação. Entretanto, esse prisma foi fechado com uma laje de cobertura sobre o 9° andar na década de 50, como relatado no item 2.2.1.

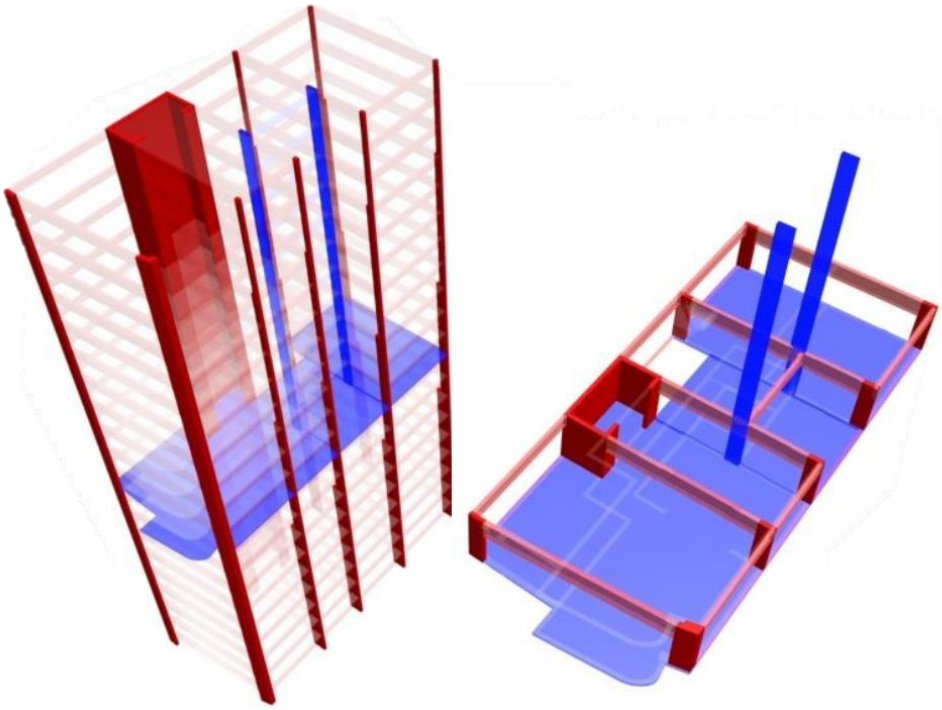


Figura 2.20 – Esquema estrutural do Ed. Liberdade
Fonte: COIRI, DEUTSCH, 2013

3 CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DO ACIDENTE

Após um acidente, é necessário realizar análises técnicas com a finalidade de descobrir quais foram os possíveis fatores que provocaram o acontecimento. A definição das causas que levam a falência de uma estrutura pode ser feita de forma direta ou indireta.

Na análise direta é realizada a vistoria do local do acidente. À medida que o engenheiro observa os escombros e a estrutura desabada, procura-se entender como era a estrutura, caso não se tenha conhecimento ou documentações que descrevam o arranjo estrutural do prédio. Esse entendimento pode ajudar o profissional a compreender o mecanismo de ruptura e explicar as causas possíveis. No caso do Edifício Liberdade, não foi possível realizar este estudo, pois a prefeitura do Rio de Janeiro realizou a remoção dos escombros imediatamente após o evento, impedindo a vistoria dos peritos no local (COURI; DEUTSCH, 2013).

Quando não é possível acessar os escombros no local do acidente, é realizada uma análise técnica indireta da causa. Toda análise envolve a compilação de depoimentos, documentos e outras fontes de informações divulgadas pela mídia escrita e televisiva que possam ajudar no entendimento do ocorrido (COURI; DEUTSCH, 2013).

3.1 Causa/ Origem

No caso do Edifício Liberdade, algumas causas e origens, destacadas no esquema da Figura 3.1, foram apresentadas nos pareceres técnicos, análises indiretas dos depoimentos das pessoas que conheciam o edifício e das testemunhas do local, além das reportagens divulgadas na mídia.

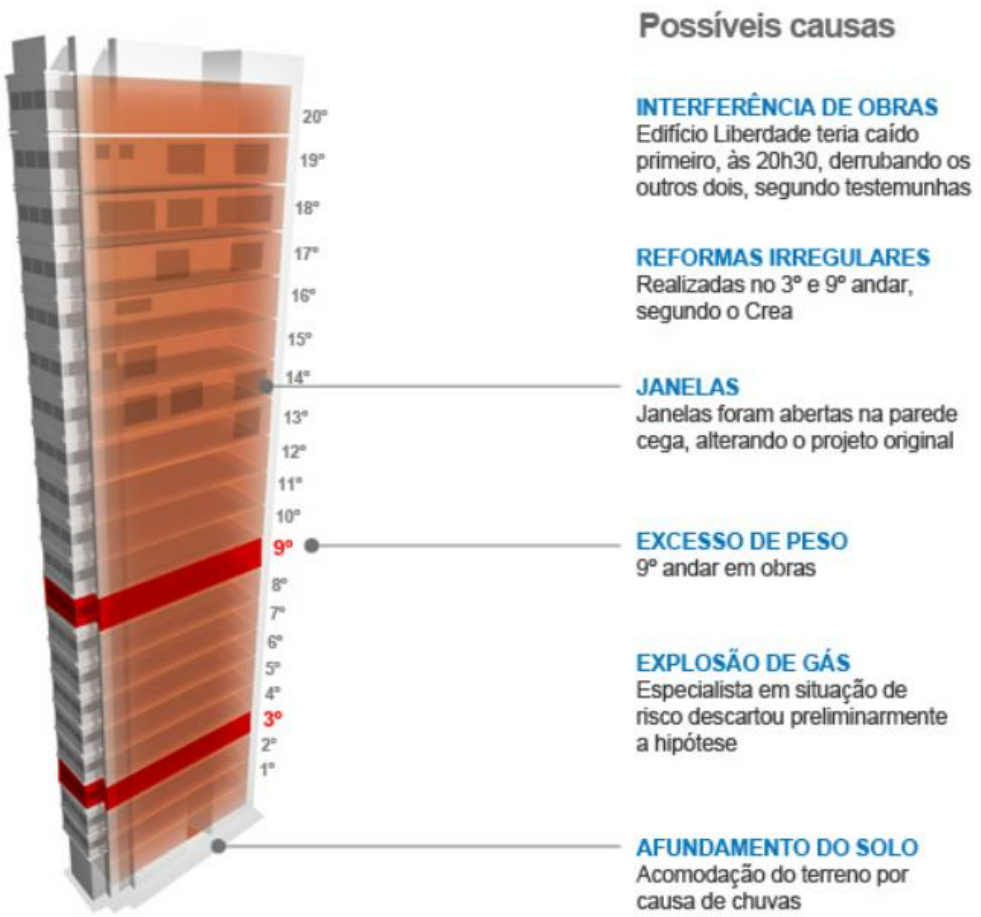


Figura 3.1 – Possíveis causas do desmoronamento do Edifício Liberdade
Fonte: G1, 2012

3.1.1 Modificação do projeto

Ao recorrer de todo processo da construção do Edifício Liberdade, é notável que foram realizadas diversas modificações no seu projeto, como visto no item 2.2.1, passando por acréscimo de pavimentos e ampliação das áreas úteis dos últimos pavimentos. Todo o processo do acréscimo dos pavimentos ocorreu em fase de projeto e aumento das áreas foi executado após a finalização da construção na década de 40, e, aparentemente, não há indícios de alteração no edifício ao longo de 70 anos de existência. Portanto, pode-se concluir que a origem do acidente não foi devido ao projeto de estrutura (COURI; DEUTSCH, 2013).

3.1.2 Construção sobre aterro

A região onde se encontra o Edifício Liberdade era uma grande lagoa, chamada Boqueirão da Ajuda, que se juntava com a lagoa de Santo Antônio (CÂMARA, 2012). Essas lagoas passaram por um processo de aterramento no século XVII (Figura 3.2), com materiais oriundos do desmonte do morro das Mangueiras, cobrindo uma área de aproximadamente 20 hectares (MACHADO, 2013).

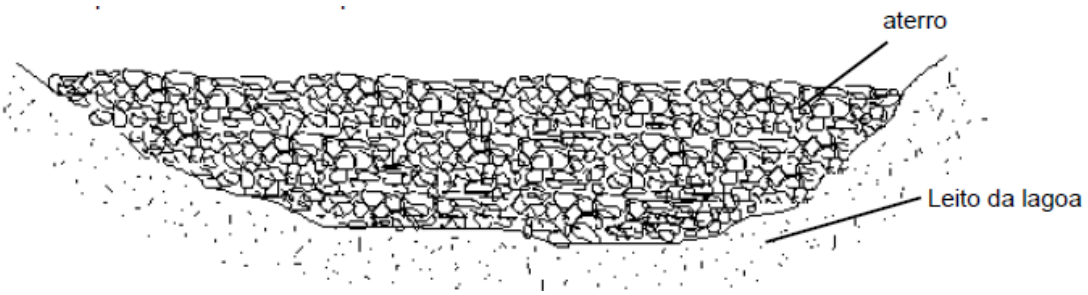


Figura 3.2 – Esquema do terreno após aterro
Fonte: CÂMARA, 2012

As construções feitas nessas áreas alagadas podem sofrer recalques e devem ser monitoradas frequentemente. Para minimizar o efeito do recalque, o ideal é que as fundações sejam profundas. Devido ao recalque, o Teatro Municipal precisou ser reforçado com mais de 100 estacas, além das suas 1180 estacas de madeira de lei

existentes (com comprimento entre 4 e 11 metros) (DIAS, 2012). O próprio subsolo do Ed. Liberdade permanecia constantemente alagado e era utilizada uma bomba de recalque para a drenagem. Essas vibrações constantes em um solo alagado foram um fator que causou o provável recalque do edifício na década de 70 durante a construção do metrô (CÂMARA, 2012).

3.1.3 Abertura irregular de janelas em na fachada lateral

Como já citado no tópico histórico de mudanças da edificação, diversas janelas, com formas totalmente distintas, foram abertas na empena do prédio, infringindo o Código de Obras do Município do Rio de Janeiro e o artigo 1.301 do Código Civil (PARECER...,2015).

Este item pode ser desconsiderado como a causa do desastre ocorrido, uma vez que a supressão de alvenaria, na parte externo do prédio, não enfraquece a estrutura, consequentemente promove um alívio de cargas permanentes, evidenciado pelo ICCE (COURI; DEUTSCH, 2013).

3.1.4 Explosão de gás

Uma das suposições levantadas é a explosão de gás, porém a Julieta Loureiro de 69 anos, moradora do Edifício Itu (Avenida Treze de Maio, n° 47), que se localiza em frente aos edifícios que desabaram (Figura 3.3), no domingo do dia 29 de janeiro de 2012, disse em depoimento ao G1 que não sentiu cheiro de vazamento de gás ou quaisquer explosão. O barulho que a aposentada tinha escutado não era grande, mas apenas semelhante a uma quebra de tábua de madeira, muito diferente da explosão de gás que tinha ocorrido na Praça Tiradentes em outubro de 2011. Logo em seguida, ela avistou um pedaço grande de “pedregulho” cair no chão e em seguida um pedaço menor.

Figura 3.3 – Julieta na sua varanda em frente ao desabamento
Fonte: Bernardo Tabak G1, 2012

Citado pelo Couri e Deutsch (2013), o oficial do Corpo de Bombeiros declarou, para TV Globo News logo após o ocorrido, que tinha ouvido um estrondo muito forte, mas o Prefeito da época, Eduardo Paes, prestou declarações à imprensa, afirmando que não havia correlações entre vazamento de gás e o ocorrido. Contudo, de acordo com o laudo prestado pelo ICCE, há confirmação do não fornecimento de gás pela distribuidora CEG ao Edifício Liberdade e não foi encontrado nenhum vestígio possivelmente causado pela suposta explosão e nem arremesso de materiais que poderiam evidenciar esta hipótese.

3.1.5 Influência da construção e operação do Metrô

Como citado no item 2.2.2, o recalque apresentado no Ed. Liberdade é causado pela escavação e rebaixamento de lençol freático, estava dentro da margem e muito abaixo do limite máximo de segurança estabelecido.

Embora diversos outros edifícios do centro do Rio de Janeiro tenham sofrido pequenos recalques oriundos das escavações da obra do metrô, este problema já tinha sido

resolvido há mais de 30 anos. Durante toda a operação do metrô, se as vibrações forem prejudiciais aos prédios, teriam provocado diversas fissuras progressivas que, caso não fossem corrigidas ao longo do tempo, poderiam provocar falência estrutural. Assim, é possível desconsiderar o recalque como causa do desabamento do Edifício Liberdade, uma vez que não havia relatos de fissuração na edificação (COURI; DEUTSCH, 2013).

3.1.6 Reforma no 9° andar

A empresa TO BRASIL LTDA, que ocupava diversos andares do Edifício Liberdade, mais especificamente o 3°, 4°, 6º, 9º, 10º e 14° pavimentos, decidiu uniformizar o layout dos espaços internos no 9° andar (BRASIL, 2021). Com isso, começou uma obra de reforma do pavimento.

Segundo Couri e Deutsch (2013), a reforma começou a ser realizada em meados de janeiro de 2012, ao reproduzir o projeto do 3º pavimento no 9º andar, porém os pavimentos do 1° ao 8° andar não eram iguais aos pavimentos do 9° adiante. Então o mesmo projeto não podia ser utilizado.

A falta de um profissional apto acompanhando a obra e de documentos que atestam a qualificação da obra, podem ser observados no depoimento de Cristiane do Carmo Azevedo, que segundo o portão Folha de São Paulo, era a responsável administrativa da obra da empresa que ocupava o pavimento em questão, e atuava como interlocutora entre os operários e os sócios da empresa, consta no Inquérito Policial: *"Que como a obra do 9° andar era de pequeno porte, para reformas internas, a declarante informou da obra, apenas ao condomínio, na pessoa do síndico, Sr. Paulo Renha, que além de síndico era proprietário do 9° andar; que a comunicação da obra foi verbal e estava sendo elaborada a documentação para oficializar essa comunicação da obra, que para a obra do 9° andar foi contratado o engenheiro Paulo, da empresa Estruturar; que o engenheiro Paulo foi o*

mesmo que realizou toda a obra do 3º andar; que a declarante trabalha no prédio há 2 anos" (COURI; DEUTSCH, 2013).

Em 2012, na época do desastre, ainda não havia sido publicada a norma ABNT NBR 16280 - Reforma em edificações — Sistema de gestão de reformas — Requisitos, por isso documentos atualmente indispensáveis para obras de reformas, como a ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) ou RRT (Registro de Responsabilidade Técnica), feitas e assinadas por profissionais qualificados, eram dispensados.

Pelo depoimento prestado pelo presidente da TO, Sérgio Alves, para "O Globo" de 03 de abril de 2012, reforçou a falta de engenheiro presente nas atividades realizadas na obra. Segundo ele *"O que fizemos no nono foi replicar o que havíamos feito nesses outros pavimentos. Por isso, não houve necessidade de um acompanhamento de um engenheiro ou um arquiteto. Era uma reforma, não uma obra, e ela foi comunicada ao síndico"* (COURI; DEUTSCH, 2013).

Com isso, alguns serviços foram realizados de forma inadequada, como a retirada de elementos estruturais no 9º andar. As paredes que foram retiradas podem ser observadas nos croquis esquemáticos da obra, na Figura 3.4.

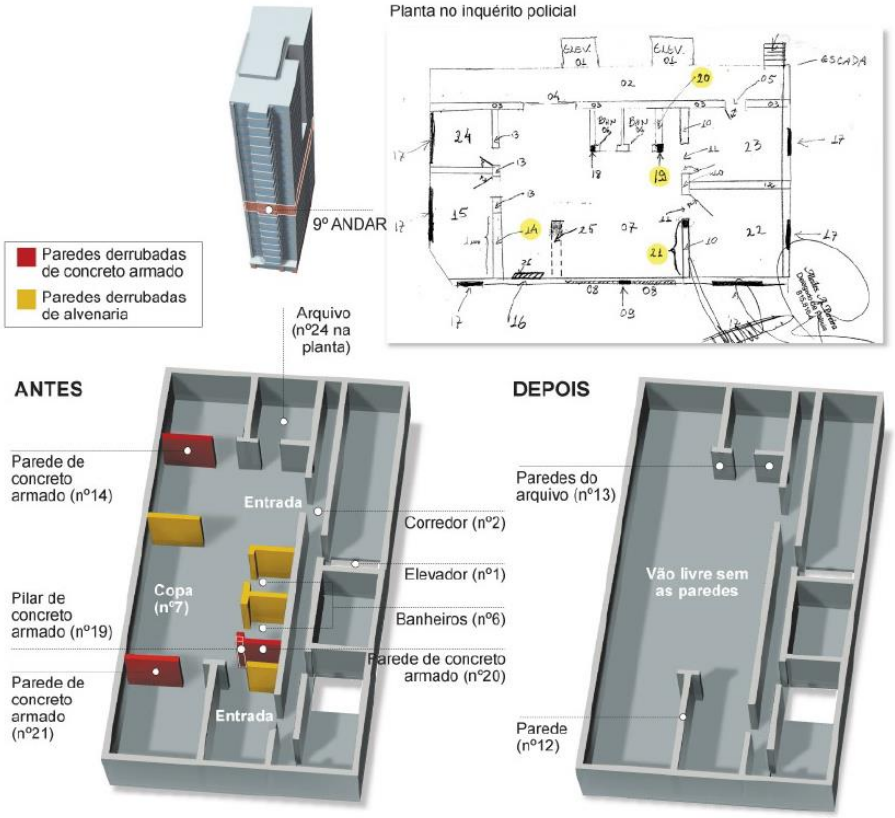


Figura 3.4 – Croquis esquemáticos da obra
Fonte: Ferreira 2015

A não contratação de um profissional habilitado ou responsável técnico legal para execução de uma obra está diretamente ligada à questão da segurança, pois o leigo, que não possui conhecimentos técnicos e principalmente das normas de segurança do trabalho, pode colocar em risco a edificação, seus usuários e o entorno da obra.

O equívoco dessa obra aconteceu porque se imaginou que os andares tinham a mesma disposição estrutural. E justamente pela falta de um profissional adequado acompanhando a obra, esses problemas não foram observados.

3.2 Consequências

Segundo o portal de notícias G1, no dia 25 de Janeiro de 2012, o Edifício Liberdade colapsou, às 20h e 30 minutos, derrubando mais dois prédios. O acidente provocou a morte de 17 pessoas, além de mais cinco desaparecidos (FERREIRA, 2015). As Figuras 3.5 a 3.9 mostram o Edifício após o colapso, enquanto o momento da queda pode ser visto na Figura 3.10.

Figura 3.5 – Escombro do acidente
Fonte: O Globo, 2017

Figura 3.6 – Escombro do Acidente
Fonte: IstoÉ, 2012

Figura 3.7 – Escombro do Acidente
Fonte: G1, 2012

Figura 3.8 – Cilindro de gás encontrado no local do acidente
Fonte: G1, 2012

Figura 3.9 – Estrutura do prédio ao lado que suportou o acidente
Fonte: G1, 2012

Figura 3.10 – Pessoas correndo no momento do acidente, visto pela câmera de segurança do prédio vizinho
Fonte: G1, 2012

Na Figura 3.11 pode-se observar um esquema que mostra como os edifícios vieram a desabar. Como pode ser visto, primeiramente houve o colapso do Edifício Liberdade, que segundo testemunhas desabou de cima para baixo (CÂMARA, 2012), atingindo os dois prédios vizinhos.

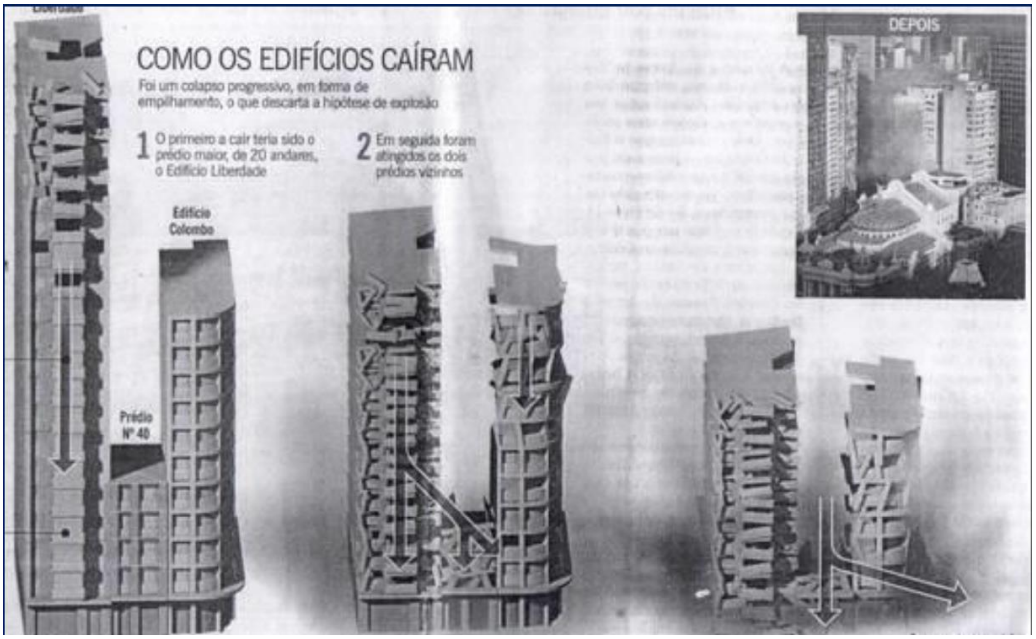


Figura 3.11 – Esquema de como os edifícios caíram
Fonte: Couri; Deutsch, 2013

A partir de um acidente deste tipo, a carga oriunda dos pavimentos superiores (mais da metade do prédio) que atuavam sobre este pilar redistribuem-se sobrecarregando os pilares circunvizinhos que consequentemente entram em falência. A partir daí há uma sucessão de modificações de funcionamento estrutural, quase que instantâneas, que levam à ruína sucessiva e múltipla, levando o prédio a ruir (COURI; DEUTSCH, 2013).

Para Câmara (2012), a inclinação sofrida pelo prédio para a sua direita, somada com sobrecarga da construção na parte superior frontal do prédio, que pode ser visto em detalhe no Item 2.2.1, podendo imaginar que a parte da estrutura que estava mais sobrecarregada era a parte direita frontal, explica a direção para a qual o edifício desabou.

O acidente está até hoje, quase 10 anos depois, em processo na justiça. A última decisão foi relatada em processo judicial, onde a juíza Mirela Erbisti postulou que o município do Rio de Janeiro deve pagar pensão aos familiares das vítimas fatais, com valores ainda a serem apurados. Ela cita como o principal culpado da tragédia o município do Rio de Janeiro, uma vez que "*é seu dever fiscalizar a regularidade das edificações em seu território*" (BRASIL, 2021). Além disso, a juíza afastou a responsabilidade do ocorrido da empresa TO Brasil, acreditando que o desabamento decorreu de uma conjuntura de fatores e ilegalidades perpetradas ao longo do tempo, não pela obra.

4 A ABNT NBR 16280

Uma importante consequência direta do desabamento do Edifício Liberdade foi a publicação em 2014, pouco mais de 2 anos após o acidente, da norma ABNT NBR 16280 - "Reforma em edificações — Sistema de gestão de reformas — Requisitos". Esta norma, cuja última atualização ocorreu em 2020, esclarece que "o plano de reforma deve ser elaborado por profissional habilitado por apresentar a descrição de impactos nos sistemas, subsistemas, equipamentos e afins da edificação, e por encaminhar o plano ao responsável legal da edificação em comunicado formal para ciência antes do início da obra de reforma".

Segundo o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (2018), a primeira atualização da norma ocorreu em 2015, depois de uma consulta pública. De acordo com o que foi analisado pela norma, uma das principais mudanças foi a atribuição de responsabilidade ao proprietário, possuidor ou do responsável legal pela unidade a realização da reforma – que na primeira versão estava vinculada à aprovação do síndico/administrador ou responsável legal da edificação, quando a obra se realizar em um espaço privado. Essa mudança veio ocorrer porque o síndico ficava com a responsabilidade de fazer uma análise técnica, mesmo ele não sendo especializado no assunto.

Já na última revisão, em 2020, foi feita uma alteração na seção 4, item b "apresentação de toda e qualquer modificação que altere ou comprometa a segurança da edificação ou do seu entorno e sistemas comuns da edificação à análise da incorporadora/ construtora e do projetista, acompanhada dos devidos documentos de responsabilidades técnicas dentro do prazo decadencial (legal). Após esse prazo, um responsável técnico designado pelo proprietário, ou possuidor ou responsável legal deve efetuar a análise, acompanhada da

emissão dos devidos documentos de responsabilidade técnica, observadas as competências profissionais regulamentares". No texto de 2015, dizia apenas "a emissão das devidas Anotações ou Registros de Responsabilidade Técnica". Com a mudança desse tópico, o condomínio terá que receber todos os registros citados na norma.

A norma ABNT NBR 16280:2020 prevê meios para prevenção de perda de desempenho e inclui métodos para: planejamento, projetos e análises técnicas e implicações de reformas nas edificações; alteração das características originais da edificação ou de suas funções; descrição das características da execução das obras de reforma; segurança da edificação do entorno e dos usuários; registro documental da situação da edificação, antes da reforma, dos procedimentos utilizados e do pós-obra de reforma e supervisão técnica dos processos e das obras.

Abaixo são descritos os requisitos para a gestão da reforma que devem ser seguidos pelos responsáveis da obra:

- Preservação dos sistemas de segurança existentes na edificação. Esse tópico diz respeito às saídas de emergências, as quais não podem estar obstruídas. A norma ABNT NBR 16280:2020 aponta que, caso necessário, devem ser criadas rotas de fuga e saídas de emergência compatíveis com a ABNT NBR 9077, que devem ser implementadas antes do início da reforma;
- Apresentação de toda e qualquer modificação que altere ou comprometa a segurança da edificação ou do seu entorno e sistemas comuns da edificação à análise da incorporadora/ construtora e do projetista, acompanhada dos devidos documentos de responsabilidades técnicas dentro do prazo decadencial (legal). Após esse prazo, um responsável técnico designado pelo proprietário, ou possuidor ou responsável legal deve efetuar a análise,

acompanhada da emissão dos devidos documentos de responsabilidade técnica, observadas as competências profissionais regulamentares;

- Meios que protejam os usuários das edificações de eventuais danos ou prejuízos decorrentes da execução dos serviços de reforma e sua vizinhança;
- Descrição dos processos de forma clara e objetiva, atendendo aos regulamentos exigíveis para a realização/execução das obras;
- Quando aplicável, o registro e a aprovação nos órgãos competentes exigidos para o projeto e sua execução;
- Previsão de recursos para o planejamento da reforma pelo interessado em realizar a reforma: materiais, técnicos, financeiros e humanos, capazes de atender às interferências nos diferentes sistemas da edificação e prover informações e condições para prevenir ou mitigar os riscos;
- Garantia de que a reforma não prejudica a continuidade dos diferentes tipos de manutenção das edificações, após a obra.

5 OUTROS ACIDENTES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Além do Edifício Liberdade, serão listados alguns acidentes ocorridos na construção civil brasileira, com o conjunto de informações sobre as causas que levaram consequentemente na falência do desempenho estrutural e resultou em desabamentos e perdas de vidas.

5.1 Edifício Andrea

O Edifício Andrea, estava situado na Rua Tibúrcio Cavalcante nº 2405, Bairro Dionísio Torres, Fortaleza (Figura 5.1). A edificação estava passando por reformas, quando, no dia 15 de outubro de 2019 veio a colapso (Figura 5.2). Nove pessoas faleceram e sete foram resgatadas com vida (MONTEIRO et al., 2020).

Figura 5.1 – Localização do Edifício Andrea
Fonte: G1, 2019

Figura 5.2 – Escombros do Edifício Andrea
Fonte: G1, 2019

A construção do Edifício foi feita em 1982, mas o seu registro só ocorreu em 1995. Após a inauguração, o empreendimento raramente passava por vistorias da Prefeitura de Fortaleza. Em 2012, a prefeitura sancionou uma lei que obriga todos os edifícios a apresentar, de forma periódica, certificados de vistoria, garantindo a manutenção da estrutura e qualidade da construção. No entanto, as fiscalizações sempre foram adiadas (MONTEIRO et al., 2020).

Segundo o portal de notícias G1, o 8° andar do prédio, onde se localizava a cobertura, não estava presente na ART que previa a construção do prédio, então ela se encontrava irregular. Tendo assim um adicional de sobrecarga com a construção da área comum, com uma piscina.

No momento do acidente ocorria o processo de reformas para as correções das patologias encontradas na edificação, entre elas estavam falhas estruturais nos pilares de sustentação no térreo (Figura 5.3).

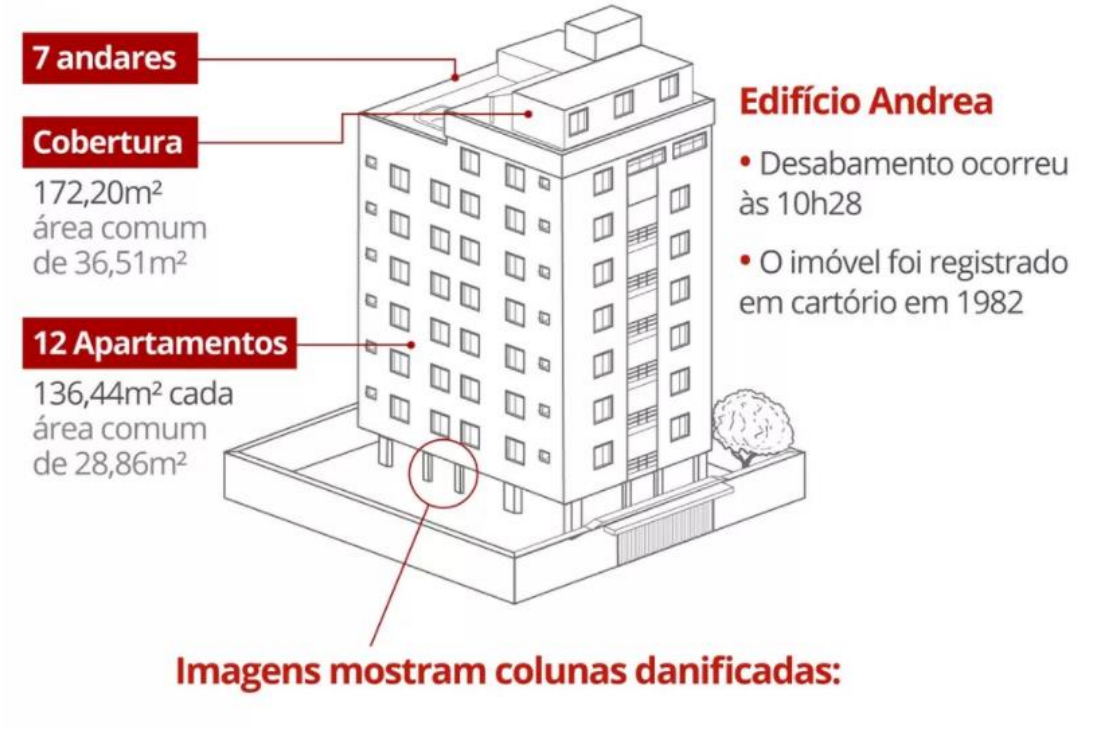


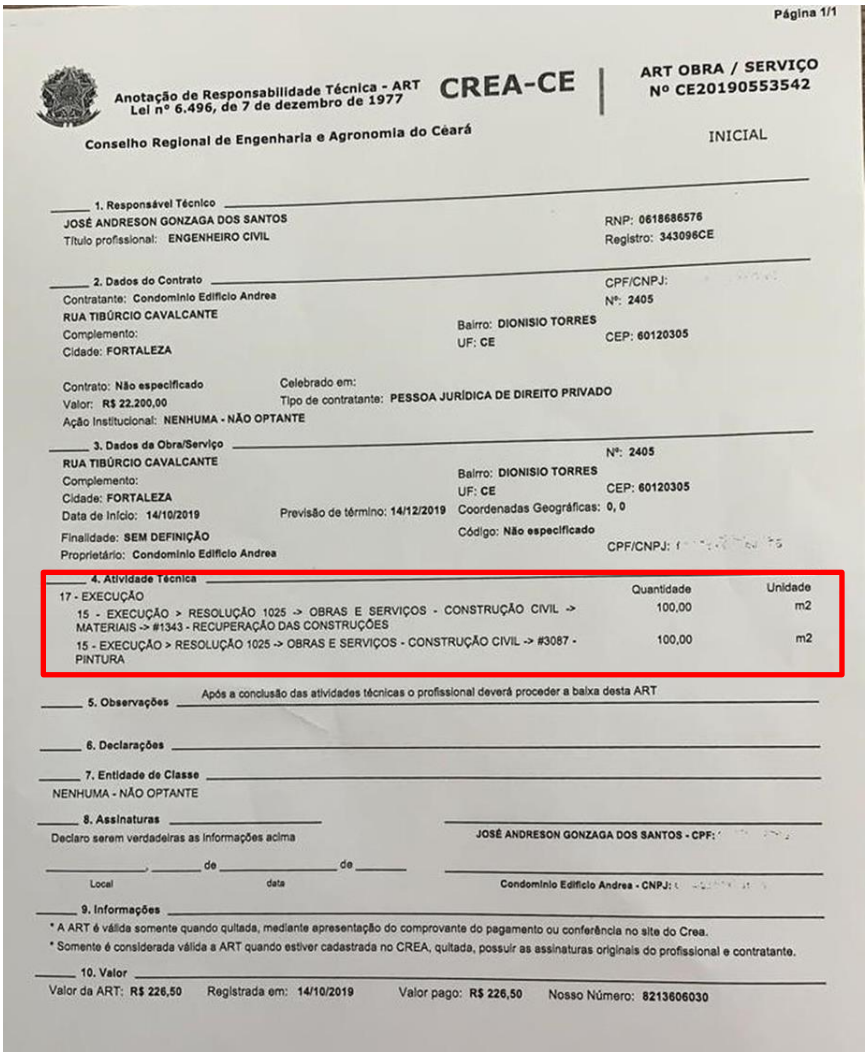
Figura 5.3 – Ilustrativo do Edifício Andrea
Fonte: G1, 2019

Figura 5.4 –Edifício Andrea
Fonte: Google Earth, 2021

Pela Figura 5.4, é possível observar que o prédio apresentava sinais de que estava mal-conservado, com problemas como por exemplo de pintura. Inclusive, um mês antes do acidente, a empresa realizou um orçamento para a obra de reforma que o prédio passaria, constatou 135 “pontos críticos” no imóvel (DALCORTIVO, 2021), entre pintura e estrutura.

Segundo o Alberto Cunha, presidente do grupo CAC Engenharia, responsável por esse orçamento, em depoimento para o portal Diário do Nordeste (2019): *“Tem uma área da casa de bombas que já estava muito crítica. Às ferragens estavam todas expostas, se deteriorando, cobogós e pilares comprometidos. Ela (síndica) estava se mostrando preocupada e queria resolver isso logo e pediu que nós mandássemos o orçamento o quanto antes"*. Porém a síndica optou pela contratação da empresa Alpha Engenharia, que apresentou orçamento com valor inferior.

A obra do prédio começou a ser realizada no dia 14 de outubro de 2019, sob o comando de um engenheiro que posteriormente verificou-se ser recém-formado. No mesmo dia 14 de outubro foi emitida a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), que segundo o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA), no Manual de Preenchimento de ART Obra ou Serviço/Defensoria deve ser registrada antes do início da respectiva atividade técnica. A ART do Edifício Andrea, pode ser observada na Figura 5.5, que destaca os serviços que seriam executados na edificação.



Página 1/1

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-CE

ART OBRA / SERVIÇO
Nº CE20190553542

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Ceará

INICIAL

1. Responsável Técnico
JOSÉ ANDRESON GONZAGA DOS SANTOS
Título profissional: ENGENHEIRO CIVIL
RNP: 0618686576
Registro: 343096CE

2. Dados do Contrato
Contratante: Condomínio Edifício Andrea
RUA TIBÚRCIO CAVALCANTE
Complemento:
Cidade: FORTALEZA
Bairro: DIONISIO TORRES
UF: CE
CPF/CNPJ:
Nº: 2405
CEP: 60120305
Contrato: Não especificado
Celebrado em:
Valor: R$ 22.200,00
Tipo de contratante: PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PRIVADO
Ação Institucional: NENHUMA - NÃO OPTANTE

3. Dados da Obra/Serviço
RUA TIBÚRCIO CAVALCANTE
Complemento:
Cidade: FORTALEZA
Bairro: DIONISIO TORRES
UF: CE
Nº: 2405
CEP: 60120305
Data de Início: 14/10/2019
Previsão de término: 14/12/2019
Coordenadas Geográficas: 0, 0
Finalidade: SEM DEFINIÇÃO
Código: Não especificado
Proprietário: Condomínio Edifício Andrea
CPF/CNPJ:

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
17 - EXECUÇÃO		
15 - EXECUÇÃO > RESOLUÇÃO 1025 -> OBRAS E SERVIÇOS - CONSTRUÇÃO CIVIL -> MATERIAIS -> #1343 - RECUPERAÇÃO DAS CONSTRUÇÕES	100,00	m2
15 - EXECUÇÃO > RESOLUÇÃO 1025 -> OBRAS E SERVIÇOS - CONSTRUÇÃO CIVIL -> #3087 - PINTURA	100,00	m2

5. Observações
Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

6. Declarações

7. Entidade de Classe
NENHUMA - NÃO OPTANTE

8. Assinaturas
Declaro serem verdadeiras as informações acima
JOSÉ ANDRESON GONZAGA DOS SANTOS - CPF:
Local, data de de
Condomínio Edifício Andrea - CNPJ:

9. Informações
* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.
* Somente é considerada válida a ART quando estiver cadastrada no CREA, quitada, possuir as assinaturas originais do profissional e contratante.

10. Valor
Valor da ART: R$ 226,50 Registrada em: 14/10/2019 Valor pago: R$ 226,50 Nosso Número: 8213606030

Figura 5.5 – ART da obra do Edifício Andrea
Fonte: Diário do Nordeste, 2019

Um dia antes do acidente, foi observado pelos moradores que os pilares (Figura 5.6) já estavam em processo acelerado de reforma, com a retirada do concreto da base e revestido com sacos plásticos, com finalidade de evitar a oxidação da armadura, que ficou exposta com a atividade. Além do não recobrimento constatado, soma-se outro fator muito grave que é a perda de seção do pilar. Ou seja, a resistência à compressão deste elemento já estava afetada, alterando a distribuição de cargas estruturais. A empresa prestadora de serviços errou em não seguir os procedimentos mínimos para garantir o não colapso, ou mesmo, executar a evacuação da edificação (TAVARES, 2019).

Figura 5.6 – Pilares do Edifício Andrea, durante reforma
Fonte: G1, 2019

Segundo Silva (2006), entre os procedimentos cabíveis para a recuperação do concreto e que deveriam ter sido executados pelo engenheiro responsável, estão:

- A delimitação da área a ser reparada com a utilização de ferramenta adequada de corte;
- A remoção do concreto deteriorado e de todos os resíduos de agregado e pó, deixando a superfície limpa. Se necessário, a utilização escoramento;
- O uso de jato d'água para remoção mais eficiente das impurezas;
- A remoção completa de resíduos de óxidos (ferrugem) das barras de aço, com uso de escova de aço;
- O tratamento prévio das armaduras por pintura de proteção específica. Caso necessário, substituição ou reforço das barras;
- E por fim, a montagem da forma necessária de maneira a permitir o lançamento do material de reparo sem vazamento, ou seja, que não haja escorrimento do produto para fora da fôrma.

Segundo Dalcortivo (2019), os possíveis fatores que levaram ao desabamento do Edifício Andrea foram:

- Falha tanto da empresa responsável quanto dos profissionais prestadores de serviços para a reforma;
- Utilização de uma técnica inadequada, ao fazer remoção do concreto das bases dos pilares, sem que estes estejam escorados, durante a reforma, o que levou a instabilidade da estrutura;
- Ausência de relatórios sobre a reforma e de escoramento dos pilares de sustentação, conforme a ABNT NBR 16280 (2020), detalhada no Capítulo 4
- Construção realizada sobre o pavimento da cobertura, após a finalização da estrutura, o que resultou em um acréscimo de carga e reduziu o coeficiente de segurança do edifício;
- E, por fim, a falta de correta manutenção da construção ao longo de sua vida útil.

5.2 Igreja Renascer

A sede da Igreja Renascer se localizava na Rua Lins de Vasconcelos, n° 1108, Cambuci, São Paulo – SP. Hoje em dia o terreno se encontra vazio, como pode ser visto no destaque em vermelho da Figura 5.7.

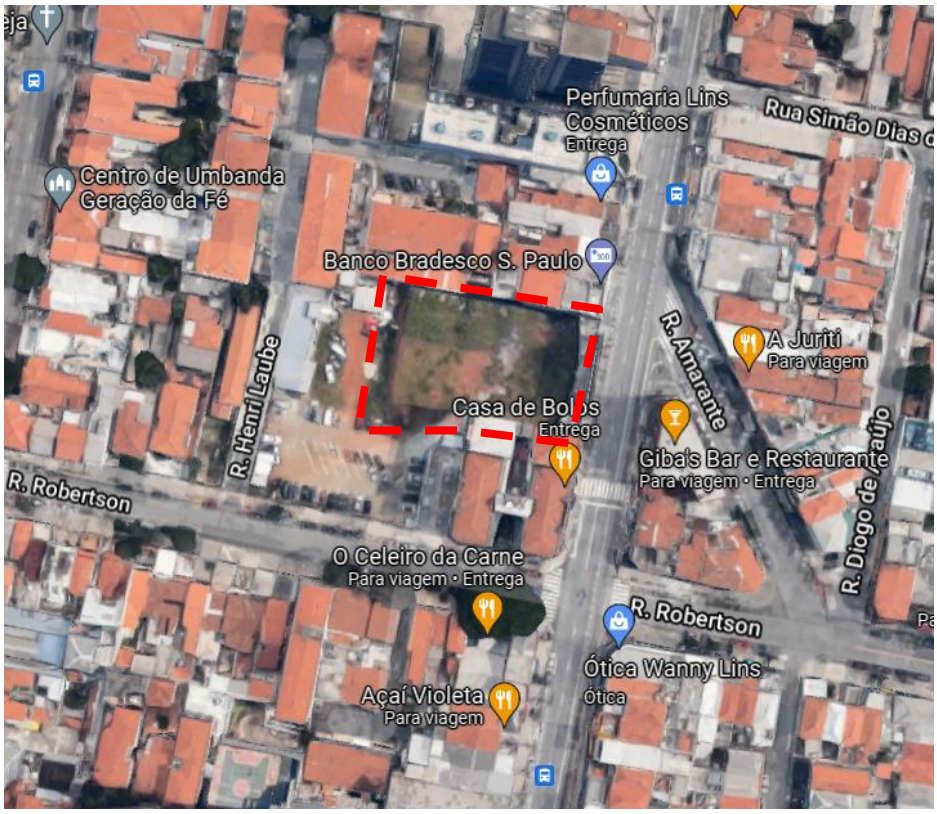


Figura 5.7 – Terreno onde situava a Igreja Renascer
Fonte: Google Maps, 2021

Em 18 de janeiro de 2009 aconteceu o desabamento do teto da sede da igreja (Figura 5.8), deixando 9 mortos e mais de 100 feridos gravemente. A igreja já estava passando por acompanhamentos pelo Ministério Público desde 1998, pois havia diversas reclamações da vizinhança em relação a sua estrutura. A pedido do Ministério Público, a igreja fechou em 1999 (SELIVON, 2015).

Figura 5.8 – Desabamento do telhado da Igreja Renascer, Cambuci, São Paulo - SP
Fonte: Folha de São Paulo, 2009

Segundo G1 (2009), foi o engenheiro Carlos Alberto Freire de Andrade Lopes que elaborou o único projeto de reforma do telhado em 1999, após o Ministério Público interditar o espaço. Segundo o engenheiro Lopes, o telhado estava com sobrecarga devido à sustentação do forro de madeira e gesso, então o projeto dele solicitava a retirada do forro de madeira e o reforço das bases das tesouras com barras de aço para sustentar o peso, além das vistorias periódicas e manutenções. O engenheiro recorda que a reforma foi executada por uma outra empresa e após finalizada, teve a aprovação dele e do IPT (Instituto de Pesquisa Tecnológica).

No fim do ano de 2008, o telhado passou por uma nova reforma não registrada na prefeitura e executada por uma empresa que não tinha cadastro no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) e sem um engenheiro responsável. A reforma imprópria é uma das possíveis causas do desastre, ocorrido justamente pela sobrecarga

nas estruturas do telhado, pois foram encontrados aparelhos de ar-condicionado e iluminação entre os escombros (PARA..., 2009).

5.3 Prédio da Travessa do Liceu

É importante ressaltar que não foi possível encontrar material técnico para entendimento das causas deste acidente e, por isso, as informações a seguir foram obtidas exclusivamente no site de notícias G1.

O imóvel de 4 pavimentos localiza-se na Travessa do Liceu, ao lado da escadaria que leva ao Morro da Saúde, Centro da Cidade do Rio de Janeiro (Figura 5.9). O acidente aconteceu na madrugada do dia 2 de fevereiro de 2015. Apenas a fachada do prédio resistiu (Figura 5.10) e não houve vítimas no local.

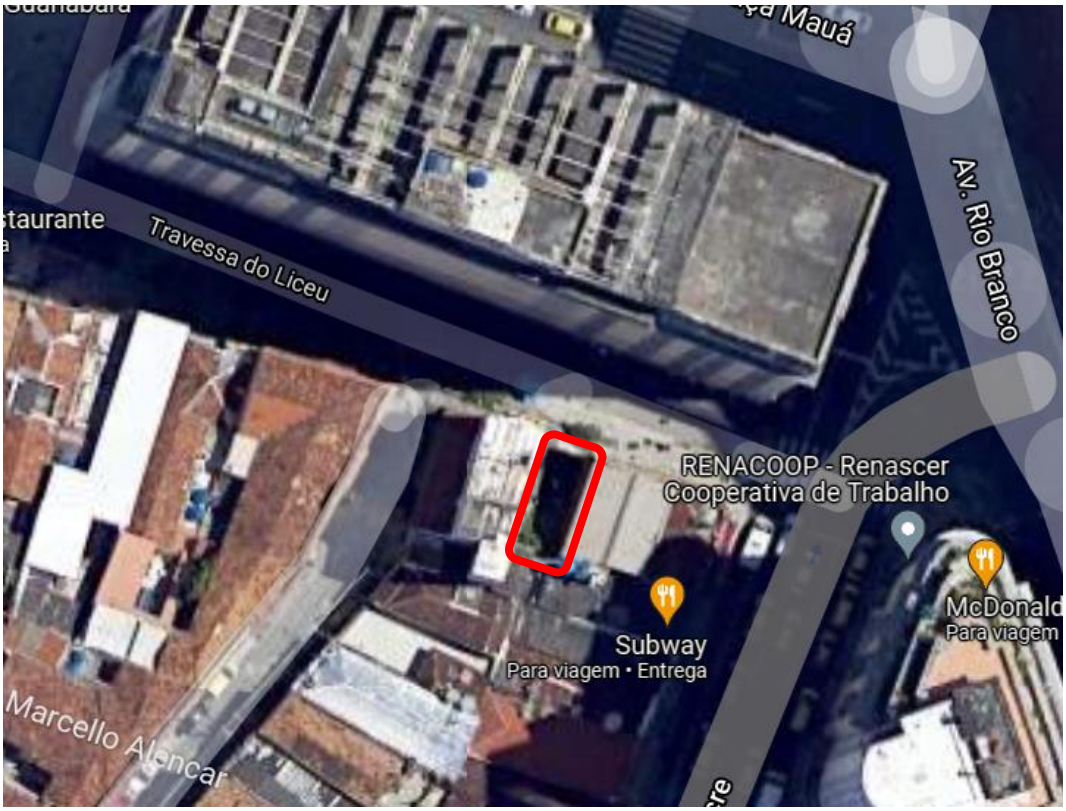


Figura 5.9 – Localização do terreno, Centro, Rio de Janeiro - RJ
Fonte: Google Maps, 2021

Figura 5.10 – Desabamento do prédio de 4 pavimentos
Fonte: Janaína Carvalho, G1, 2015

A Defesa Civil recolheu, das testemunhas, relatos de que o prédio estava passando por obras duradouras, com trabalhadores dormindo no local. O proprietário, Casemiro Seixas, negou, inicialmente, que estava realizando obras, porém admitiu, em seguida, que estava fazendo reparos no telhado.

Segundo o subsecretário de Defesa Civil, Márcio Motta, não havia nenhuma placa que indicasse a empresa ou engenheiro responsável pela obra que estava acontecendo. Motta ressalta que o proprietário da academia ao lado informou diversas vezes ao dono do bar, localizado prédio o desplacamento de material da obra, caindo sobre o telhado da academia.

5.4 Desabamento em Volta Redonda

Este tópico é uma revisão bibliográfica de um acidente analisado pelo engenheiro Alberto Francisco dos Santos Filho, no capítulo 13 do livro Acidentes Estruturais na Construção Civil, volume I.

O desabamento do prédio de 4 pavimentos aconteceu no dia 31 de agosto de 1991, no município de Volta Redonda, situado no sul Fluminense. No momento da construção da laje do 4° pavimento, já havia apartamentos ocupados por moradores em outros andares e por isso 32 pessoas foram vítimas deste acidente. Dentre estas, 8 foram a óbito.

Levando em consideração a importância da investigação, constituiu-se uma comissão com a finalidade de descobrir o real motivo do desabamento. O engenheiro Alberto Filho, um dos membros da comissão, levantou diversos depoimentos dos envolvidos com a construção.

Nas observações dos depoimentos, foi constatado a existência de dois profissionais responsáveis, um era responsável pelo projeto e outro pela construção. O responsável pelo projeto afirma que o proprietário solicitou o projeto de arquitetura e cálculo estrutural de um prédio de dois pavimentos e o profissional responsável pela execução não estava ciente da construção do prédio. No período da execução, o encarregado disse que não tinha recebido projetos executivos, orientações técnicas e fiscalização. Durante todo o andamento, a obra era realizada de acordo com a experiência própria do encarregado. Outra observação significativa é das pessoas que estavam no momento do desabamento, elas repararam que houve, primeiramente, um afundamento na parte central do prédio, isso indica que as primeiras peças que entraram em ruptura foram os pilares centrais e o restante entrou em colapso.

Pode-se estimar que a ruptura realmente se iniciou pelos pilares centrais, que não resistiram aos esforços atuantes, provindo dos apartamentos já habitados e da sobrecarga da concretagem da quarta laje. Os pilares centrais têm uma demanda maior de cargas, necessitando de uma dimensão de seção superior que os de extremidade.

Na análise direta dos escombros foi possível determinar diversas falhas, como estribos das vigas com espaçamento excessivo, a desagregação do concreto devido a sua baixa resistência e cobrimento insuficiente da armadura, traço incorreto na composição do concreto, falta de vibração e cura da estrutura.

6 CONCLUSÃO

A partir dos acidentes citados anteriormente, foi possível fazer um quadro comparativo (Quadro 6.1), onde é apontado semelhanças e diferenças entre os acontecimentos, incluindo o Edifício Liberdade, apresentado nos capítulos 2 e 3, e tema central deste trabalho.

Quadro 6.1 – Comparativo dos Acidentes

Quadro Comparativo					
Acidente	**Edifício Liberdade**	**Edifício Andrea**	**Igreja Renascer**	**Prédio da Travessa do Liceu**	**Prédio Volta Redonda**
Estado	Rio de Janeiro	Fortaleza	São Paulo	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro
Andares	18 andares	8 andares	1 andar	4 andares	4 andares
Ano de construção	1938	1982	Década de 1950	desconhecido	Desconhecido
Ano do Acidente	2012	2019	2009	2015	1991
Óbitos	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Tipo de Obra Ocorrida	Reforma	Reforma	Reforma	Reforma	Construção
Profissionais Acompanhando	Não	Sim	Não	Não	Parcial
Antes ou Depois da Norma NBR 16280, 2014	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes
Possíveis Causas	Retirada de uma parede de sustentação.	Reforma nos pilares de sustentação, tendo a sua perda de seção.	Sobrecarga na estrutura do telhado.	Reforma sem supervisão técnica.	A obra continuou sem conhecimento do engenheiro responsável.

Fonte: Autores

Assim como observado no Quadro 6.1 pode-se analisar que apesar da Norma 16280:2014 estar em vigor há 7 anos, acidentes ligados a obras de reforma continuam acontecendo no Brasil, de diferentes proporções, em alguns casos levando a óbitos. É possível constatar nos acidentes estudados um padrão de serem em edifícios, em torno 30

anos de construção ou mais e estarem passando pelo processo de reforma no momento do acidente. Além disso, pode-se notar que a maioria dos casos pesquisados ocorreram no estado do Rio de Janeiro.

A análise entre os acidentes nos mostra que existe uma deficiência no senso de responsabilidade dos proprietários, uma vez que normalmente não há supervisão técnica para as reformas. Além disso, muitas vezes ainda há falta de conhecimento técnico de certos profissionais contratados nos procedimentos necessários para realizar uma obra com segurança.

Quase uma década após o desabamento do Edifício Liberdade, não se sabe o real motivo da causa devido à falta de plantas estruturais do edifício e a ausência de documentações com registros das atividades feitas no período antes do desastre. Caso a empresa TO Brasil, que atua na área de informática, o qual não possui conhecimento de metodologias construtivos e sequer de gerenciamento em obras, tivesse contratado uma empresa capacitada para gerenciar a reforma do 9° pavimento, seria realizado um estudo do pavimento e das melhores técnicas para realizar a reforma, não apenas reproduzir a mesma obra já realizado em outro andar. Assim, garantiriam a segurança da construção e das pessoas.

Como observado ao longo desse estudo, no ramo da construção civil brasileira, há existência de diversas obras irregulares. Um dos fatores que contribui para este acontecimento é o alto custo envolvido, tanto na contratação de profissionais capacitados quanto na compra de materiais com qualidade. Especificamente com relação aos materiais, é importante observar ainda que eles tiveram aumento de 4,84% no primeiro trimestre de 2021 e 14,46% nos últimos 12 meses (abr/20 – mar/21), segundo o Instituto

Brasileiro de Geografia e Estatística responsável pelo cálculo e divulgação do Índice Nacional da Construção Civil – SINAPI, em abril de 2021 (LOSCHI, 2021).

Especificamente em relação a NBR 16280:2014 e considerando que esta norma tem o objetivo de garantir a segurança estrutural de edificações que estejam passando por reformas, trata-se de uma norma de extrema importância e que por isso deveria ser divulgada amplamente. Assim, foi feita uma pesquisa visando verificar a abrangência do conhecimento dos alunos em relação a esta norma e se ocorre a utilização desta na vivência profissional.

Solicitamos 182 pessoas para responderem a pesquisa, mas foi obtida resposta de apenas 51 alunos dos últimos períodos da graduação, sendo 90,2% de engenharia civil e 9,8% de arquitetura e urbanismo (Figura 6.1). Apesar da amostra reduzida, é possível ter uma ideia inicial do conhecimento desta norma perante os alunos da PUC-Rio.

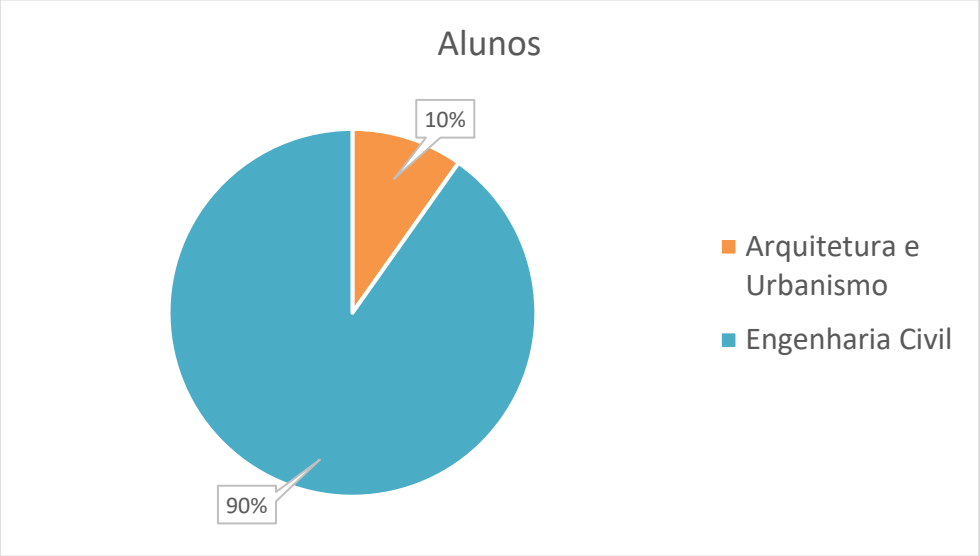


Figura 6.1 – Área de estudo/atuação dos entrevistados
Fonte: Autores

Através da Figura 6.2, pode-se observar que dentre os entrevistados, quase 85% afirmaram desconhecer ou não lembrar da existência da norma NBR 16280:2014.

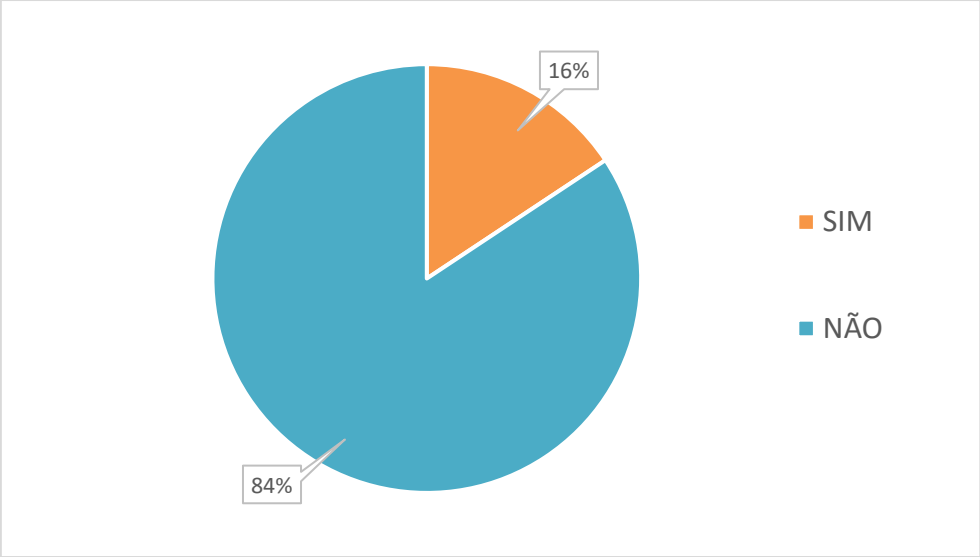


Figura 6.2 – Quantitativo dos alunos que possuem conhecimento da norma
Fonte: Autores

Dos nove alunos que afirmaram conhecer a norma NBR 16280:2014, sete informaram lembrar em função de aulas lecionadas ao longo do curso, enquanto um conhece em razão da utilização em seu estágio e outro em razão do seu trabalho relacionado à reforma (Figura 6.3).

Esse resultado mostra o baixo envolvimento da norma com os alunos, que futuramente poderão estar atuando na área de gerenciamento de reforma, portanto, seria interessante se a universidade apresentasse e incentivasse a análise de mais casos de acidentes como esses, com isso, evidenciaria ainda mais a importância da utilização desta norma.

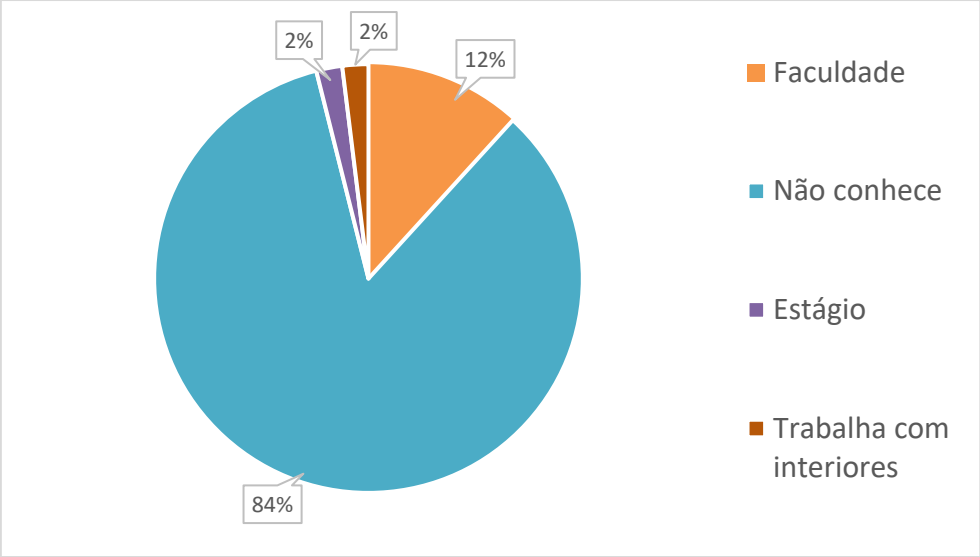


Figura 6.3 – Local de conhecimento da norma
Fonte: Autores

Após o questionário, foi deixado um espaço para que os entrevistados pudessem fazer comentários. Um dos entrevistados recordou da tragédia do Edifício Liberdade, tendo o conhecimento de que a norma foi criada após o acidente e enfatizando a importância da mesma, uma vez que ela colabora para uma maior segurança nas reformas e, consequentemente, menor risco de desabamento. Além disso, outro aluno que trabalha com reformas afirmou que muitos condomínios, atualmente, se responsabilizam em verificar toda documentação, em função da existência da norma.

Ao final deste trabalho, pode-se concluir que a melhor forma de evitar acidentes como os estudados, é seguir as normas vigentes, desde a elaboração dos projetos, passando pela construção e pelas reformas, se existirem, sendo necessários todos os documentos básicos como Alvará, ART, Habite-se, Registro do Imóvel, Cadastro do imóvel na prefeitura, entre outros. Além disso, é importante que o contratante busque um profissional que tenha experiência para a execução dos serviços.

Um outro ponto, é a concepção dos engenheiros em relação ao seu valor no mercado de trabalho, que muitas vezes diminui o custo para atender o orçamento do cliente,

consequentemente modificando o projeto e a qualidade desse, é algo que deve ser mudado, assim acidente no futuro podem ser evitados. É importante que os estudantes de engenharia saibam das suas responsabilidades em uma obra, para isso aulas de ética e conduta voltadas para a construção civil podem ser inseridas nas grades universitárias, para que possam se formar engenheiros coincidentes dos seu trabalho e da importância da qualidade. Para os profissionais já formados, essas aulas poderiam ser assistidas em forma de palestras. É importante também a aderência das empresas de engenharia, em apresentar para os seus funcionários e seguir essa mudança de mentalidade.

Por fim, ressalta-se que durante a elaboração deste trabalho, foi um grande desafio apurar informações confiáveis e técnicas referentes aos acidentes que aconteceram pelo país, principalmente os acidentes com menores proporções, pois os conteúdos disponíveis para os estudos dos casos eram limitados, e a maioria das informações eram obtidas apenas por meio de portais de notícia, de qualquer forma, tais informações foram importantes para a realização da analogia entre os acidentes. Assim, um maior incentivo na elaboração dos conteúdos técnicos e na sua ampla divulgação nos meios acadêmicos e profissionais poderá ser fundamental para que as informações cheguem a todos e que novos acidentes sejam evitados.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. (2014). NBR 16280: Reformas em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos.

ABNT. (2015). NBR 16280: Reformas em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos.

ABNT. (2020). NBR 16280: Reformas em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos.

AZEVEDO, Renata Pinheiro de. **Avaliação da interação entre empreendimentos comerciais e de transporte:** o metrô do rio e o Shopping Nova. 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Transporte, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

BARBOSA, Arthur César Esteves Ottoni. **A coordenação de projetos de edificações em obras de reforma:** um modelo baseado na ABNT NBR 16280:2015. 2016. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Fundamentos do concreto armado**. 2019. 89 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2019. Disponível em: efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwwwp.feb.unesp.br%2Fpbastos%2Fconcreto1%2FFundamentos%2520CA.pdf&clen=6402448&chunk=true. Acesso em: 16 set. 2021.

BRASIL. CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. (org.). **O maior diagnóstico sobre arquitetura e urbanismo já feito no Brasil**. 2015. Disponível em: https://www.caubr.gov.br/pesquisa2015/. Acesso em: 29 nov. 2021.

BRASIL. Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro. Comarca da Capital nº 0220652-95.2013.8.19.0001. Cartório da 3ª Vara da Fazenda Pública. Rio de Janeiro, 28 jul. 2021.

BUNDER, Jeferson. **O concreto**: sua origem, sua história. 2016. 20 f. TCC (Graduação) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

CALDERÓN, Edson. Cálculo de deslocamentos em estruturas isostáticas de barras com momento de inércia variável utilizando-se a quadratura de graus. **Revista Mirante**, Anápolis, v. 11, n. 7, p. 153-168, jun. 2018.

CÂMARA, Luís. **Parecer Técnico de Engenharia: avaliação das causas do desabamento do ed. Liberdade**. Rio de Janeiro, 2012.

CARVALHO, Janaina. Prédio que desabou no Centro do Rio não deixou vítimas, diz Defesa Civil. **G1**, 02 fev. 2015. Disponível em: http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2015/02/predio-que-desabou-no-centro-do-rio-nao-deixou-vitimas-diz-defesa-civil.html. Acesso em: 05 nov. 2021.

COURI, Gilberto Adib; DEUTSCH, Simone Feigelson. Ruína do ed. Liberdade: cinelândia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS, 17., 2013, Florianópolis. Perícia. Florianópolis: Ibape, 2013. p. 1-13.

CUNHA, A; LIMA, N; SOUZA, V. **Acidentes Estruturais na Construção Civil, Volume I.** 1. ed. São Paulo: Pini, 1992. 212 p.

DALCORTIVO, Cleveson Ribeiro. **Importância do perito judicial na construção civil**: estudo de caso. 2021. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, 2021.

DIAS, José da Silva. **Teatros do Rio do século XVIII ao século XX**. Rio de Janeiro: Funarte, 2012. 744 p. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.funarte.gov.br%2Fwp-content%2Fuploads%2F2016%2F08%2FTeatros-do-Rio-do-s%25C3%25A9culo-XVIII-ao-s%25C3%25A9culo-XX-Jos%25C3%25A9-Dias.pdf&clen=49911186&chunk=true. Acesso em: 03 nov. 2021.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Auréleo**. 2. ed. Curitiba: Positivo, 2008. 544p.

FERREIRA, Gabriel de Jesus. **Recomendações para licenciamento e legalização de pequenas obras**. 2015. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

INÍCIO das obras e inauguração do Metrô. 2019. Disponível em: http://urbecarioca.com.br/parte-ii-inicio-das-obras-e-inauguracao-do-metro/. Acesso em: 24 set. 2021.

LIMA, Luciana; FIGUEIREDO, Karoline. Análise de implementação da metodologia BIM em reformas de pequeno porte**. Revista Boletim do Gerenciamento**, Rio de Janeiro, n. 25, p.56-67, abr. 2021.

LIMA, Victor Barreto de Oliveira. **Aplicação do método NATM na execução de túnel em rocha**. 2016. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

LOSCHI, Marília. Custos da construção sobem 1,45% em março. **Agência IBGE**, 09 abr. 2021. Sinapi. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/30487-custos-da-construcao-sobem-1-45-em-marco?fbclid=IwAR2fSdiwlorRaRcvEry5Me85CnjwNsi0Olg7wFo4-JKbVOC6KpSaUCNLcGA. Acesso em: 22 nov. 2021.

MACHADO, Marcello de Barros Tomé. As etapas evolutivas do turismo: um estudo sobre o Rio de Janeiro (século XVIII - XX). **Cultura**: Revista de Cultura e Turismo, Niterói, v. 01, n. 07, p. 106-127, fev. 2013.

MAIA, Afonso Pedro de Araujo. Influência da obra do Mêtro-RJ na ruína do Edifício Liberdade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS, 19., 2017, Foz do Iguaçu: -, 2017. p. 1-22.

MENDONÇA, Beatriz Costa de; MOUNZER, Elie Chahdan. Estudo de caso: engenharia forense e a responsabilidade civil no desabamento de três edifícios no rio de janeiro. **Research, Society and Development**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 10, p. 1-12, 8 ago. 2021.

MONTEIRO, Adriano Antunes *et al*. Inspeção predial: perspectivas atuais e futuras diante do cenário de colapsos estruturais ocorridos na cidade de fortaleza/ce em 2019. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES, -., 2020, Fortaleza. **Anais [...].** Fortaleza: -, 2020. p. 1-12.

NORMA de Reformas ABNT: conheça as regras para condomínios e moradores. conheça as regras para condomínios e moradores. 2018. Disponível em: https://www.caubr.gov.br/normadereformas/. Acesso em: 02 nov. 2021.

OLIVEIRA, Bernardo; SANTOS, Roberto. **A armação do concreto no Brasil**: história da difusão da tecnologia do concreto armado. 2008. 59 f. Monografia (Especialização) - Curso de Arquitetura, UFMG, Belo Horizonte, 2008.

PARA engenheiro que reformou templo, telha não podia ter carga adicional**. G1,** São Paulo, 20 jan. 2009. Disponível em: https://g1.globo.com/Noticias/SaoPaulo/0,,MUL964563-5605,00.html. Acesso em: 05 nov. 2021.

PARECER Técnico: Edifício Liberdade - As Verdadeiras Causas do Desabamento. 2015. Disponível em: http://www.mrcl.com.br/resumos/R0080-1.pdf. Acesso em: 27 ago. 2021.

PESQUISA inédita: Percepções da sociedade sobre Arquitetura e Urbanismo. **CAUMS**, 2015. Disponível em: https://www.caubr.gov.br/pesquisa2015/. Acessado em 29/11/2021.

ROSÁRIO, Arthur; ZACCHÉ, Carolina; SANTANA, Jonnison; ABREU, Maykon. Edifício liberdade - rj. 2015. Disponível em: https://pt.slideshare.net/CarolinaZacche/edifcio-liberdade-rj. Acesso em: 31 ago. 2021.

SELIVON, Márcia. **Representação, palavra e persuasão**: o discurso religioso da igreja apostólica renascer em cristo. 2015. 238 f. Tese (Doutorado) - Curso de Filosofia e Língua Portuguesa, Letras Clássicas e Vernáculas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.teses.usp.br%2Fteses%2Fdisponiveis%2F8%2F8142%2Ftde-14092015-143400%2Fpublico%2F2015_MarciaSelivon_VCorr.pdf&clen=3079667&chunk=true. Acesso em: 05 nov. 2021.

SILVA, Erick Almeida da. **Técnicas de recuperação e reforço de estrturas de concreto armado**. 2006. 85 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2006.

SOPELSA, Diani Rizzetti. **Análise de construções com paredes de vedação servindo de apoio direto das vigas**. 2012. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2012.

TABAK, Bernardo. 'Vi o prédio tombando para a direita, para cima dos outros dois', diz vizinha**. G1**, 29 jan 2012. Disponível em: http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2012/01/vi-o-predio-tombando-para-direita-para-cima-dos-outros-dois-diz-vizinha.html. Acesso em: 19 out. 2021.

TAVARES, Eng. Alexandre Lima. **Análise de desabamento condomínio do Edifício Residencial Andrea**. Ceará: 2019. 6 p. Disponível em: https://www.academia.edu/40930429/AN%C3%81LISE_DE_DESABAMENTO_CONDOM%C3%8DNIO_DO_EDIF%C3%8DCIO_RESIDENCIAL_ANDREA_Rua_Tiburcio. Acesso em: 15 maio 2021.

TEIXEIRA, A; GODOY, N**. Análise, projeto e execução de fundações rasas. Fundações: teoria e prática**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. Cap. 7, p. 258.