



Florianópolis SC
outubro
2013

XVII
COBREAP

Congresso
Brasileiro de
Engenharia de
Avaliações e
Perícias

Uso e ocupação sustentável do solo.

Florianópolis SC
outubro
2013

XVII
COBREAP

Congresso
Brasileiro de
Engenharia de
Avaliações e
Perícias

Promoção



ENTIDADE FEDERATIVA
NACIONAL

Realização



Uso e ocupação sustentável do solo.

RUÍNA DO EDIFÍCIO LIBERDADE CINELÂNDIA

Florianópolis SC

outubro

2013

XVII
COBREAP

Congresso
Brasileiro de
Engenharia de
Avaliações e
Perícias

Uso e ocupação sustentável do solo.

Gilberto Adib Couri
Simone Feigelson

ÍNDICE

- ▣ **Introdução**
- ▣ **Da Análise Técnica**
- ▣ **Da Localização da Edificação**
- ▣ **Da Edificação**
- ▣ **Hipóteses para o colapso**
- ▣ **Causas da Falência de uma Edificação**
- ▣ **Do Acidente**
- ▣ **Conclusões e Recomendações**

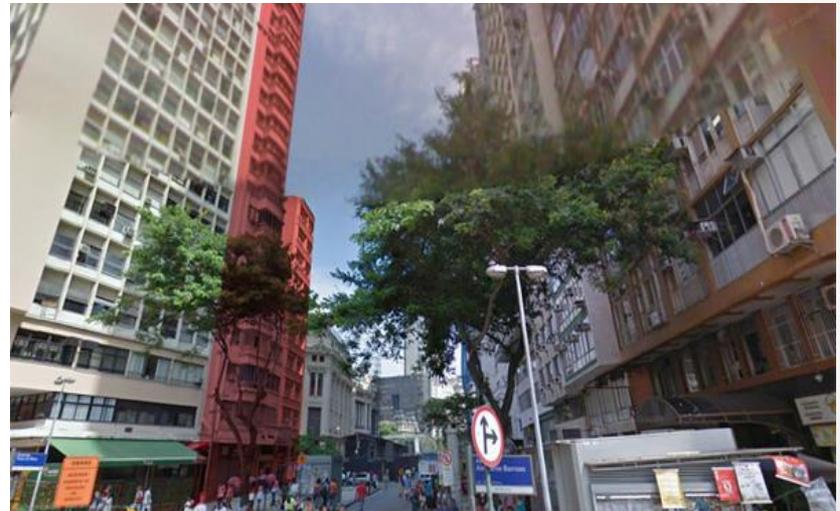
INTRODUÇÃO

- ❑ Análise das possíveis causas da falência da edificação
- ❑ Este estudo é importante para que se evitem negligências similares em outros casos
- ❑ Toda obra deve ter um responsável técnico.



DA ANÁLISE TÉCNICA

- Uma Análise de engenharia para analisar uma situação como a que se apresenta pode ser feita de forma Direta ou Indireta.



ANÁLISE DIRETA

- ❑ Caracteriza-se pela vistoria da edificação “in loco”
- ❑ Quando o profissional analisa os escombros e partes da estrutura desabada, procurando indícios de como era a estrutura (uma vez que não há projetos ou quaisquer outros documentos técnicos disponíveis), suas partes e detalhes construtivos, que possam nortear o raciocínio do mecanismo de ruptura e explicar o ocorrido, determinando suas causas.



ANÁLISE DIRETA

- ❑ Na situação isto foi impossível
- ❑ A Prefeitura do Rio de Janeiro, de forma aparentemente inexplicável, decidiu e promoveu imediatamente após o evento, a remoção de todos os escombros
- ❑ Isto impediu que especialistas vistoriassem o local
- ❑ Isto deu de forma tão súbita que até hoje os restos mortais de algumas das pessoas atingidas pelo sinistro não foram localizados.



ANÁLISE INDIRETA

- A análise do colapso de uma estrutura é sempre muito difícil de ser feita, uma vez que as causas que caracterizam a falência estrutural se mascaram em função da modificação física do local após o acidente.
- Quando não há disponibilidade ou acessibilidade aos escombros, procede-se a uma Análise Técnica Indireta.



ANÁLISE INDIRETA

- No caso em epígrafe não há mais qualquer evidência física que propicie a determinação do que ocasionou a falência.
- Nesta hipótese, toda a análise se faz a partir de depoimentos, documentos e demais fontes de informação que possam ajudar a se entender o acidente ocorrido.
- Diversos depoimentos e fatos foram listados, e amplamente divulgados pela mídia escrita, falada e televisiva, porém a maioria deles não tem sentido prático ou mesmo carece de qualquer verossimilhança com a realidade.

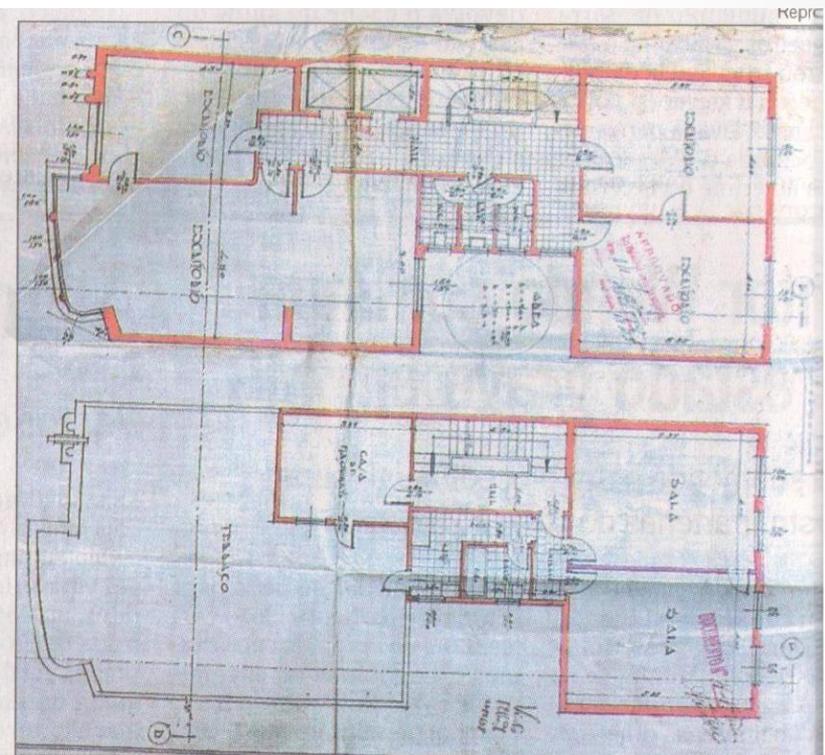
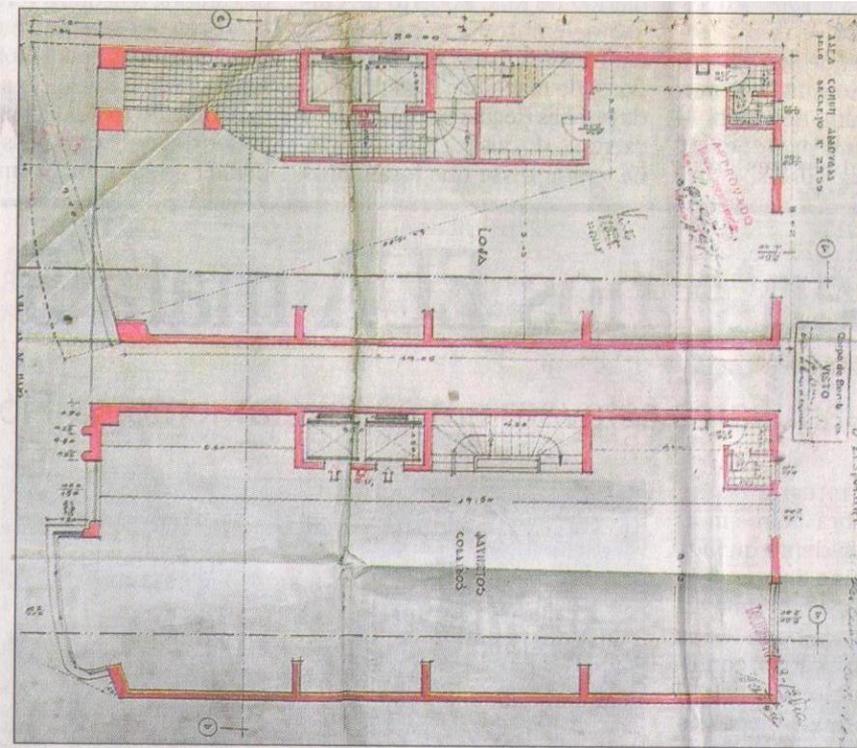
DA EDIFICAÇÃO

- Segundo depoimento publicado no “O Globo” de 31 de janeiro de 2012, o Secretário Municipal de Urbanismo, Sérgio Dias, após análise dos arquivos dos projetos existentes para a edificação esclareceu:
- *“A prefeitura tratou de analisar se o projeto e as mudanças atendiam à legislação vigente. E atendiam. Cabe ao engenheiro responsável pelas obras avaliar a estrutura do prédio”*

DA EDIFICAÇÃO

- ✓ Projeto inicial → prédio com 15 pavimentos, além de lojas no pavimento térreo, sendo até o 8º andar pavimentos corridos e do 9º ao 15º subdivididos em 4 salas por pavimento
- ✓ Licença concedida em 14 de julho de 1938
- ✓ Em 1939, antes do início das obras, o projeto foi alterado, foram criados um subsolo e mais 3 pavimentos com salas.
- ✓ Concedido o “*habite-se*” em 05/09/1940.

DAS PLANTAS DA EDIFICAÇÃO



Vista do topo da edificação onde foram realizados acréscimos.

- Os 3 últimos pavimentos avançaram até a fachada do imóvel em 1950 e foram devidamente regularizados, tal como mostram os desenhos a seguir.



HIPÓTESES PARA O COLAPSO

- A Polícia Federal publicou um Relatório por meio do Inquérito Policial nº 13 de 2012, apresentando possíveis causas, que poderiam ter levado o prédio à ruína. Todos esses argumentos e opiniões serão analisados individualmente.
- Hoje em dia não há mais qualquer dúvida de que a causa única para a ruína do prédio foi à supressão de pilares e peças estruturais portantes, no 9º pavimento, durante a fase de demolição promovida pelo ocupante do andar, a empresa TO, que havia iniciado as reformas na semana anterior ao desastre.

HIPÓTESES PARA O COLAPSO

- A Polícia Federal publicou um Relatório por meio do Inquérito Policial n° 13 de 2012, apresentando possíveis causas, que poderiam ter levado o prédio à ruína. Todos esses argumentos e opiniões serão analisados individualmente.
- Serão estudadas ponto a ponto, cada uma das hipóteses elencadas, inclusive algumas não citadas no Relatório, demonstrando que as outras causas, juntas ou separadamente, em nada contribuíram para o acidente.

1 – MODIFICAÇÃO DE PROJETO

- De consignar, inicialmente, que o acréscimo de pavimentos à edificação, em 1939, consubstanciado pela construção finalizada em 1940, não guarda relação com o colapso ocorrido.
- Em primeiro lugar porque o acréscimo de pavimentos ocorreu em fase de projeto, e mesmo não se tendo conhecimento do projeto estrutural do prédio, o mesmo teve um comportamento, ao longo dos mais de 70 anos de existência, sem apresentar qualquer indício de que estivesse “sofrendo” por causa de excesso de carga.
- Não se pode considerar que uma edificação que nunca apresentou situação de fissuras generalizadas e deformações incompatíveis com o uso levasse mais de 70 anos “ruindo”.

1 – MODIFICAÇÃO DE PROJETO

- A edificação que apresenta problemas estruturais oriundos de excesso de carga entra num processo de falência estrutural, e esta ocorre de forma súbita, com a ruptura dos pilares à compressão.
- Outra forma de ocorrer a ruína, nesta situação, é quando os pilares resistem à compressão, mas outras peças estruturais sofrem tração excessiva. Neste caso, as peças, nos pontos tracionados, apresentam fissuras. Não se tem notícia de qualquer fissura na edificação. Esta causa pode ser, com certeza, descartada.

2 – ABERTURA DE VÃOS DE JANELA NA EMPENA LATERAL ESQUERDA

- O próprio Secretário Municipal de Urbanismo – Dr. Sérgio Dias, em sua entrevista publicada em fls. 10 do jornal “O Globo”, em 31 de janeiro de 2012, afirma:
- *“Na década passada, há registro de um pedido de abertura de uma janela do 18º andar, em que a Comissão do Corredor Cultural do Centro foi consultada e deu o “nada a opor”. Mas de acordo com o secretário, a licença era dispensável.”*

2 – ABERTURA DE VÃOS DE JANELA NA EMPENA LATERAL ESQUERDA

- Este é outro ponto a ser desprezado, pois a supressão de alvenaria num paramento externo do prédio, que seguramente não era edificado em alvenaria estrutural, ao invés de enfraquecê-lo promove um alívio de cargas, como, aliás, o laudo do Instituto Carlos Éboli evidencia. O ponto falho descrito no item E.19 do laudo policial é a informação errônea fornecida:
- ***“...não representar dano estrutural ao edifício, indica que no imóvel era prática comum a realização de obras irregulares sem acompanhamento de responsável técnico habilitado, tendo em vista que a abertura de vãos nas fachadas laterais do imóvel, à exceção do prisma de ventilação, não são autorizadas pela Prefeitura.”***



Número de andares passou de 15 a 18

• O secretário municipal de Urbanismo, Sérgio Dias, explicou ontem que a análise das licenças não identificou irregularidades em relação ao projeto aprovado em 1939 pela então prefeitura do Distrito Federal. A última grande intervenção no prédio que dependeu de licença foi a extensão, em 1950, da área construída. Os três últimos pavimentos passaram a avançar até a fachada do imóvel (antes eles tinham um recuo). Na década passada, há registro de um pedido de abertura de uma janela do 18º andar, em que a comissão do Corredor Cultural do Centro foi consultada e deu o “nada a opor”. Mas, de acordo com o secretário, a licença era dispensável.

Abertura de janelas na empena lateral.

3 – AMPLIAÇÃO DOS PAVIMENTOS SUPERIORES

- Esta ampliação ocorreu há décadas e foi aprovada pelos órgãos competentes em 1950. Jamais provocou na estrutura falhas ou indícios de mau funcionamento.

4 – EXPLOSÃO

- Em seu primeiro depoimento imediatamente após o ocorrido, o oficial do Corpo de Bombeiros, em entrevista à TV Globo News, declarou ter ouvido um barulho muito forte correspondente a uma provável explosão. Momentos depois o Prefeito do Rio de Janeiro, Eduardo Paes, prestou declarações à imprensa em entrevista coletiva, afirmando que não havia qualquer correlação entre vazamentos de gás e o ocorrido. A partir de então a eventual causa – explosão – foi alijada do elenco das possíveis causas para a ruína.
- Realmente não há qualquer evidência de haver ocorrido uma explosão, como evidencia o laudo do Instituto Carlos Éboli em seu item E.1:
- ***“Não foi constatado fornecimento de gás pela CEG ao edifício Liberdade. A perícia não encontrou vestígios de expansão instantânea de gases e nem arremesso de materiais a distâncias que evidenciasse esta hipótese.”***

5 – CHUVAS INTENSAS

- A hipótese de que o excesso de chuvas poderia ter provocado modificações no terreno de sustentação do prédio, levando-o à ruína por falência das fundações, carece de qualquer sustentação, pois chuvas intensas vêm ocorrendo periodicamente desde a construção do prédio, sem que o mesmo demonstrasse quaisquer problemas estruturais delas decorrentes.
- Caso o terreno que sustenta as fundações apresentasse problemas, esses ocorreriam de forma gradual, provocando o surgimento de fissuras generalizadas na edificação.
- Esta é mais uma hipótese sem nexos com a realidade.

6 – LAJES PLANAS COM REMOÇÃO DE BANHEIROS

- De igual forma, esta é outra conjectura que não tem relação com o sinistro ocorrido, uma vez que fotos divulgados pela imprensa comprovam que a estrutura do prédio era composta por vigas e lajes.
- A visão leiga trouxe tal ilação equivocada, pela existência de rebaixamento de teto com a utilização de forros falsos, dando a impressão de não existirem vigas.

7 – PROBLEMAS ORIUNDOS DA CONSTRUÇÃO DO METRÔ.

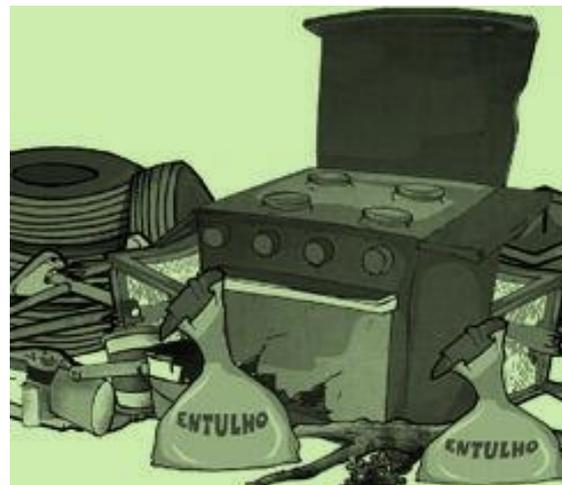
- A edificação em questão, como diversos outros prédios no Centro do Rio de Janeiro, pode ter sofrido pequenos abalos oriundos das escavações e subsequentes rebaixamentos de lençol freático oriundos das obras de escavação do metrô.
- Tais fatos, pelos depoimentos e informações veiculadas, ocorreram e foram de pequena monta. Foram consertados e estão resolvidos há pelo menos mais de três décadas, logo isto também não pode ser considerado como causa da falência estrutural ocorrida.

8 – PROBLEMAS ORIUNDOS DA OPERAÇÃO DO METRÔ.

- Foram divulgadas informações, comparando-se a profundidade dos túneis do Metrô do Rio de Janeiro no local com o de outras grandes cidades como Londres e Nova Iorque, tentando induzir o raciocínio de que vibrações constantes ao longo do tempo, pela passagem das composições de trens, poderiam ter provocado o acidente.
- Esta é mais uma alegação que também não tem conexão com a realidade, pois vibrações, se prejudiciais, teriam provocado, ao longo do tempo, fissuras progressivas, para depois de muito tempo, se não corrigidas, levar a um abalo estrutural sério, certamente muito inferior ao ocorrido.
- Como já informado, não há relatos de fissuração na edificação.

9 – CONCENTRAÇÃO DE SACOS DE ENTULHO NA COBERTURA DO PRÉDIO

- Por depoimentos divulgados pela mídia, operários que trabalhavam na reforma do 9º pavimento, horas antes do acidente, acumularam grande quantidade de entulho no 9º pavimento do prédio, o que pode ter contribuído com a falência sucessiva de alguns pilares.



9 – CONCENTRAÇÃO DE SACOS DE ENTULHO NA COBERTURA DO PRÉDIO

- Isto seguramente não provocaria a ruína da edificação, no máximo provocaria uma ruptura localizada de uma laje, ou numa situação extrema de uma viga. Jamais de um pilar num prédio como a edificação em análise.
- Consequentemente esta é mais uma hipótese sem relação causal com o desabamento.

AS HIPÓTESES PARA O DESABAMENTO

As possíveis causas apresentadas até agora para o acidente no centro do Rio



1 OBRAS NO 3º E 9º ANDAR

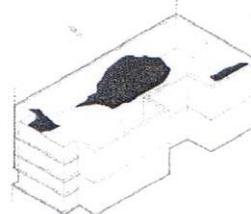


Realizadas pela empresa TO (Tecnologia Organizacional), podem ter afetado algum pilar de sustentação da estrutura do edifício

Contraponto



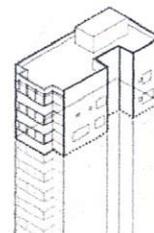
Proprietários da empresa dizem que foram derrubadas apenas paredes de alvenaria, sem função estrutural



2 ACÚMULO DE PESO

Sacos de cimento e entulhos de obras podem ter sido estocados indevidamente na cobertura ou em andares do prédio

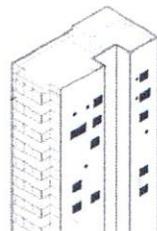
A empresa diz que o entulho de suas obras não ficava acumulado e era destinado a caçambas



3 ACRÉSCIMO DE ANDARES

Projeto original, aprovado em 1938, era de 15 andares. No ano seguinte, houve autorização para mais três andares, que foram estendidos na década de 50

As mudanças foram autorizadas pela prefeitura. Se o acréscimo fosse problema, o prédio já teria dado sinais de fragilidade da estrutura



4 JANELAS NA "FACHADA CEGA"

Foram abertas janelas na fachada cega do edifício. Não se sabe se as paredes laterais tinham função estrutural ou não

Não se sabe quando foram feitas as mudanças, mas que não foram recentes e que dificilmente teriam causado a queda abrupta



5 OBRAS DE CONSTRUÇÃO DO METRÔ

Construído na década de 70, as obras do metrô teriam alterado o solo e provocado inclinação dos edifícios

Pequenas oscilações em obras desse porte são normais e, se monitoradas, não afetam a estrutura do prédio



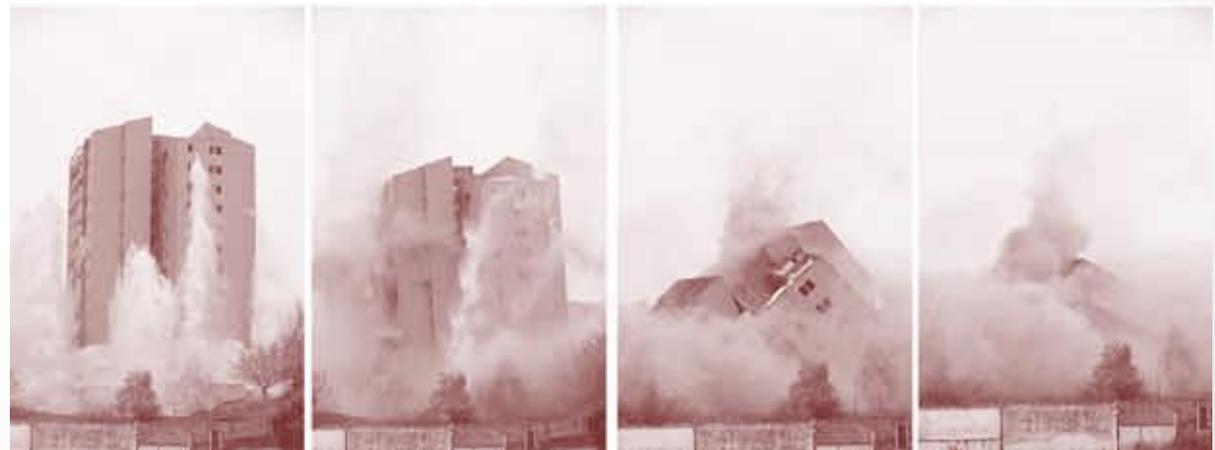
6 CONSTRUÇÃO EM SOLO INADEQUADO

O centro do Rio foi todo construído sobre área aterrada, que antes era um pântano

Esse problema é compensado com uma obra bem feita, que coloque estacas no subsolo para sustentar a estrutura do prédio

CAUSAS DA FALÊNCIA DE UMA EDIFICAÇÃO

- Por falência simultânea das peças estruturais (implosão) – não foi o caso;
- Pela falência sequencial das peças estruturais (falência sucessiva) – certamente a forma como ocorreu o acidente.



CAUSAS DA FALÊNCIA DE UMA EDIFICAÇÃO

- Uma estrutura em funcionamento há mais de 70 anos só vem a perder sua estabilidade de forma súbita se ocorrer:
 - **A supressão ou abalo significativo de uma ou mais peças estruturais. Nesta situação há uma redistribuição instantânea de cargas levando outras partes da estrutura a estarem sujeitas a carregamentos não previstos que as leve, também à exaustão, ou por uma modificação de carregamentos, seja por seu valor ou por sua localização, que leve uma ou mais peças estruturais à falência por excesso de carga (nestes casos o carregamento ultrapassa as folgas existentes oriundas dos coeficientes de segurança).**
 - **Existe sempre a possibilidade de haver a combinação destas causas, ultrapassando, de forma localizada, a capacidade resistente de algumas peças estruturais.**

DO ACIDENTE

- A única causa que determinou a falência da edificação foi a supressão de pilares na altura no 9º pavimento. Isto está cabalmente demonstrado no Inquérito policial apresentado.

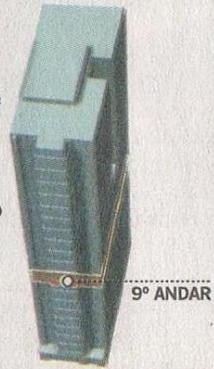
DO ACIDENTE

No caso em tela foi possível determinar “diretamente” a causa com a análise de todos os fatos e depoimentos, permitindo a construção de uma hipótese que indica claramente o que ocorreu:

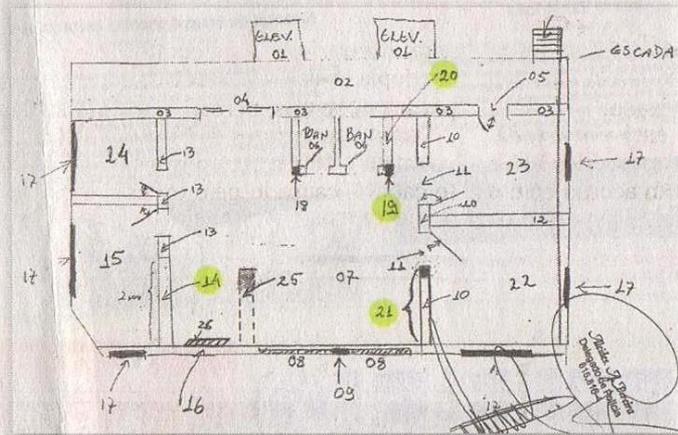
1. Na década de 50 houve o fechamento do prisma de ventilação e iluminação no 9º pavimento.
2. A Empresa TO ocupava o 6º, o 10º e parcialmente o 14º pavimentos.
3. A planta do 6º andar já era diferente da do 10º e do 14º pavimentos.
4. A Empresa TO cresceu e ao ampliar suas atividades ocupou o 3º pavimento realizando uma grande reforma com assessoria profissional, que autorizou a “remoção” de todas as paredes eventualmente existentes. Esta reforma foi executada e finalizada sem problemas.
5. Em meados de janeiro de 2012, a TO iniciou uma obra de reforma no 9º pavimento. Segundo depoimentos da auxiliar administrativa Cristiane do Carmo Azevedo, não técnica, decidiram reproduzir o projeto do 3º pavimento no 9º, porém os pavimentos não eram iguais.

DETALHES REVELADOS PELOS OPERÁRIOS

Depoimentos de operários da obra no 9º andar do Edifício Liberdade trazem à tona que paredes de concreto armado e pelos menos um pilar foram derrubados durante a obra. Segundo eles, com base na planta desenhada no inquérito policial, foram derrubadas sete paredes, sendo três delas com concreto armado



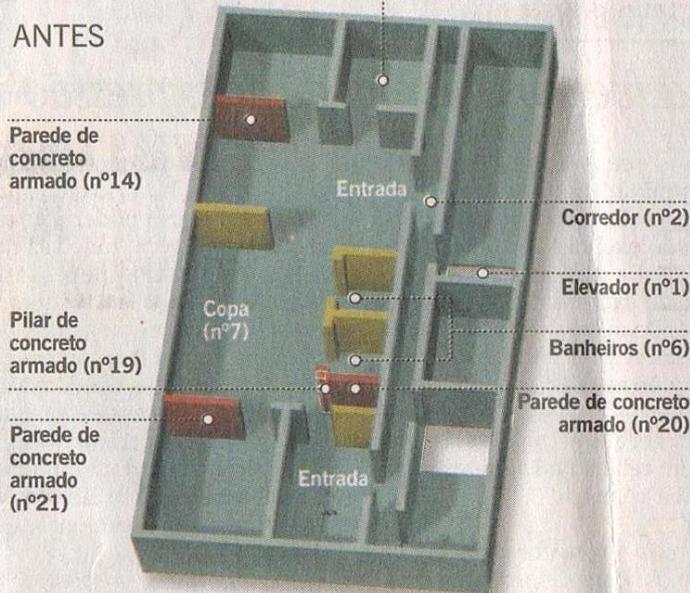
Planta no inquérito policial



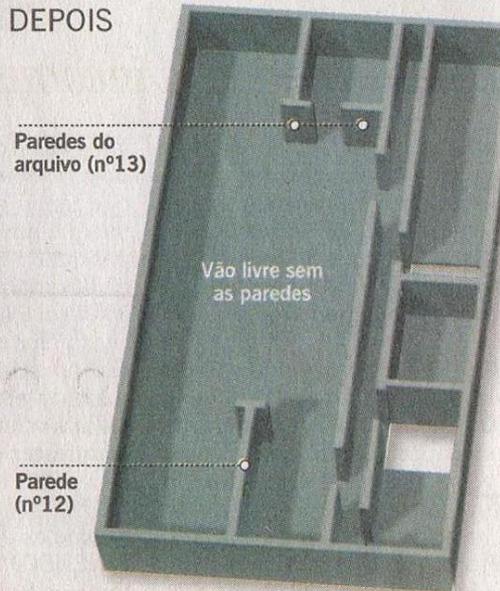
- Paredes derrubadas de concreto armado
- Paredes derrubadas de alvenaria

Arquivo (nº24 na planta)

ANTES



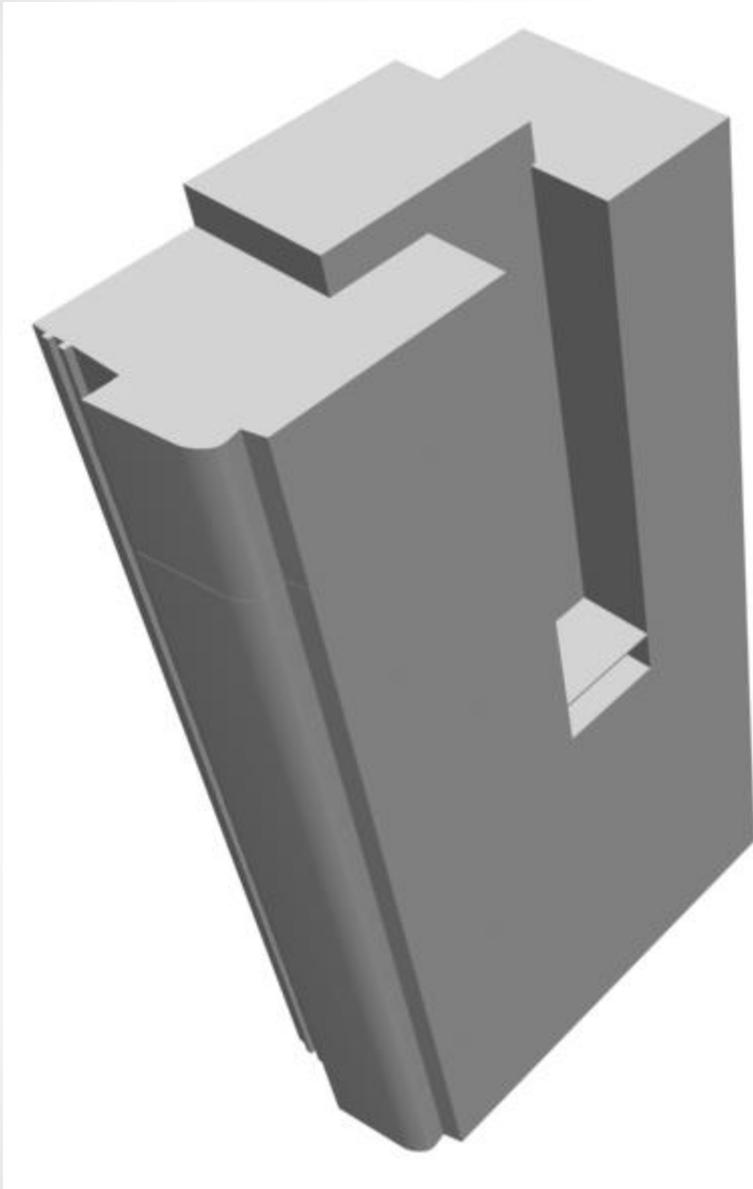
DEPOIS



- Neste ponto é importante se entender a configuração estrutural da edificação.
- O prédio possui linhas de pilares periféricos nas fachadas laterais interligados por vigas misuladas.
- No piso do 9º andar nasceram pilares sobre viga de transição de modo a permitir a existência do prisma. Este prisma no início da década de 50 foi fechado.
- A TO, tal como relatado por seu presidente, replicou o projeto do 3º pavimento no 9º sem pesquisar se haviam peças estruturais que impedissem a demolição de tudo que havia internamente no 9º andar, da mesma forma como foi feito no 3º andar.
- Ao assim proceder, os pilares de transição em sua base foram seccionados e suprimidos deixando os andares acima do 9º andar sem sustentação parcial, o que provocou a ruína progressiva da edificação.

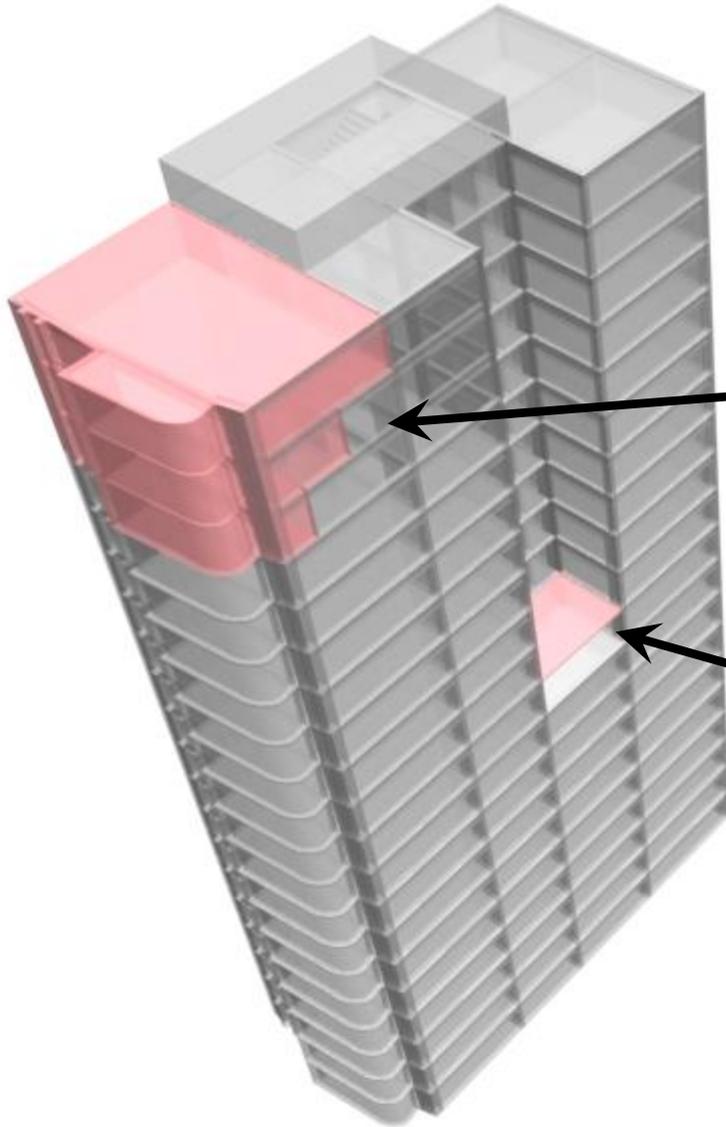


Croqui esquemático do acidente



Edifício Liberdade

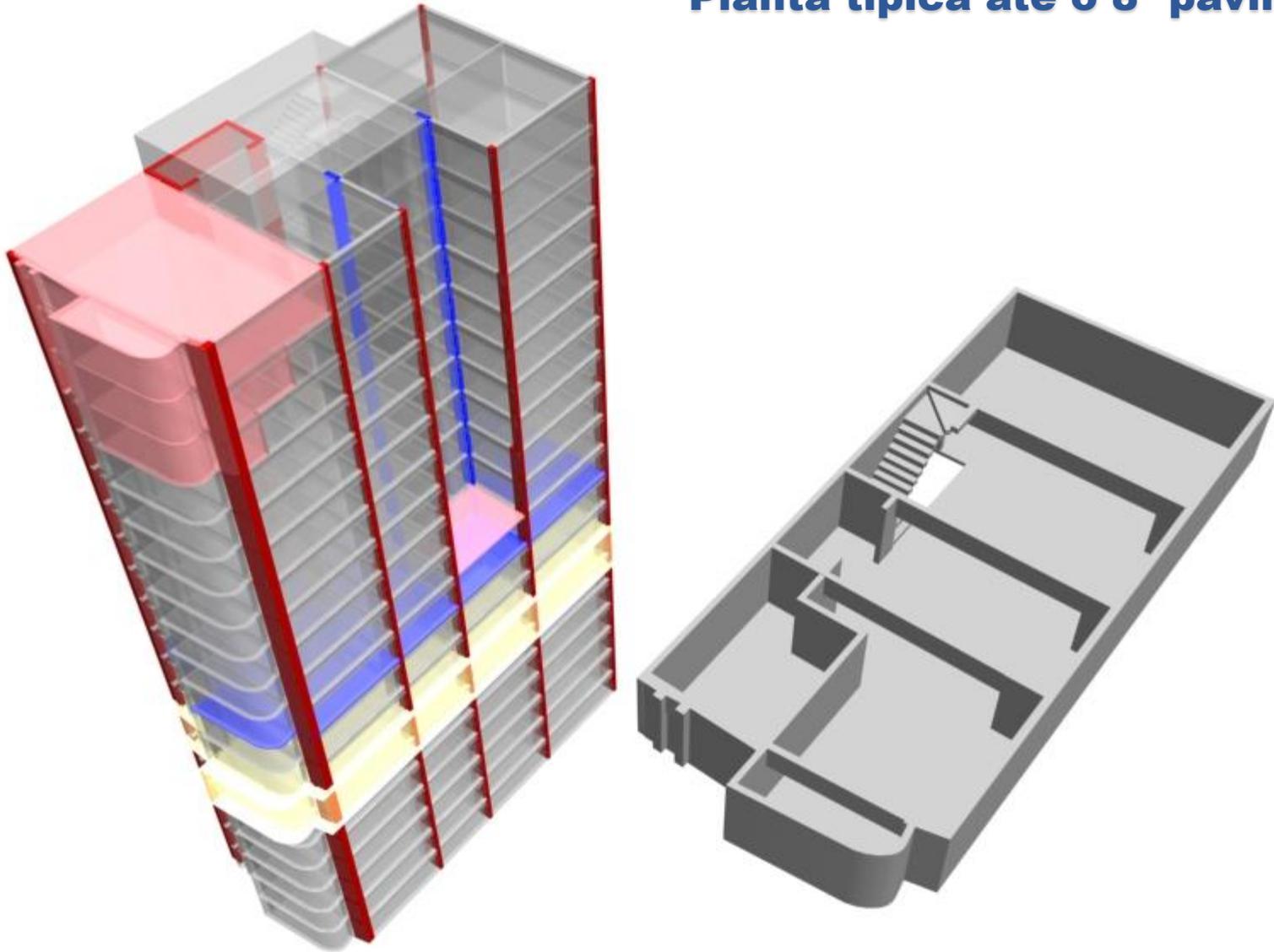
Edifício Liberdade



**Acréscimo aos andares superiores
aprovadas e efetuadas em 1950**

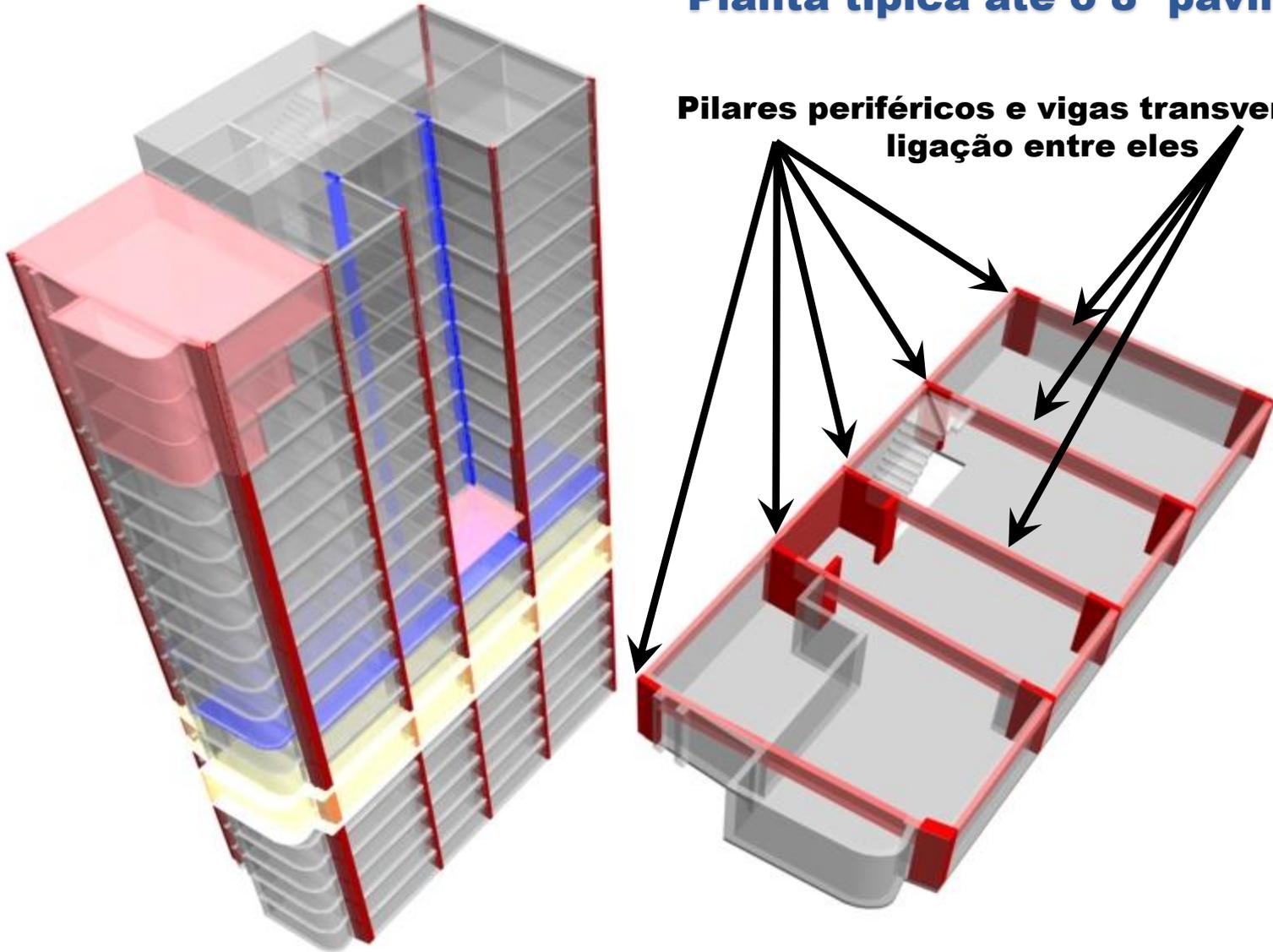
**Execução de “puxadinho”, com a
construção de laje sobre o prisma, no
9º pavimento, na década de 1950**

Planta típica até o 8º pavimento

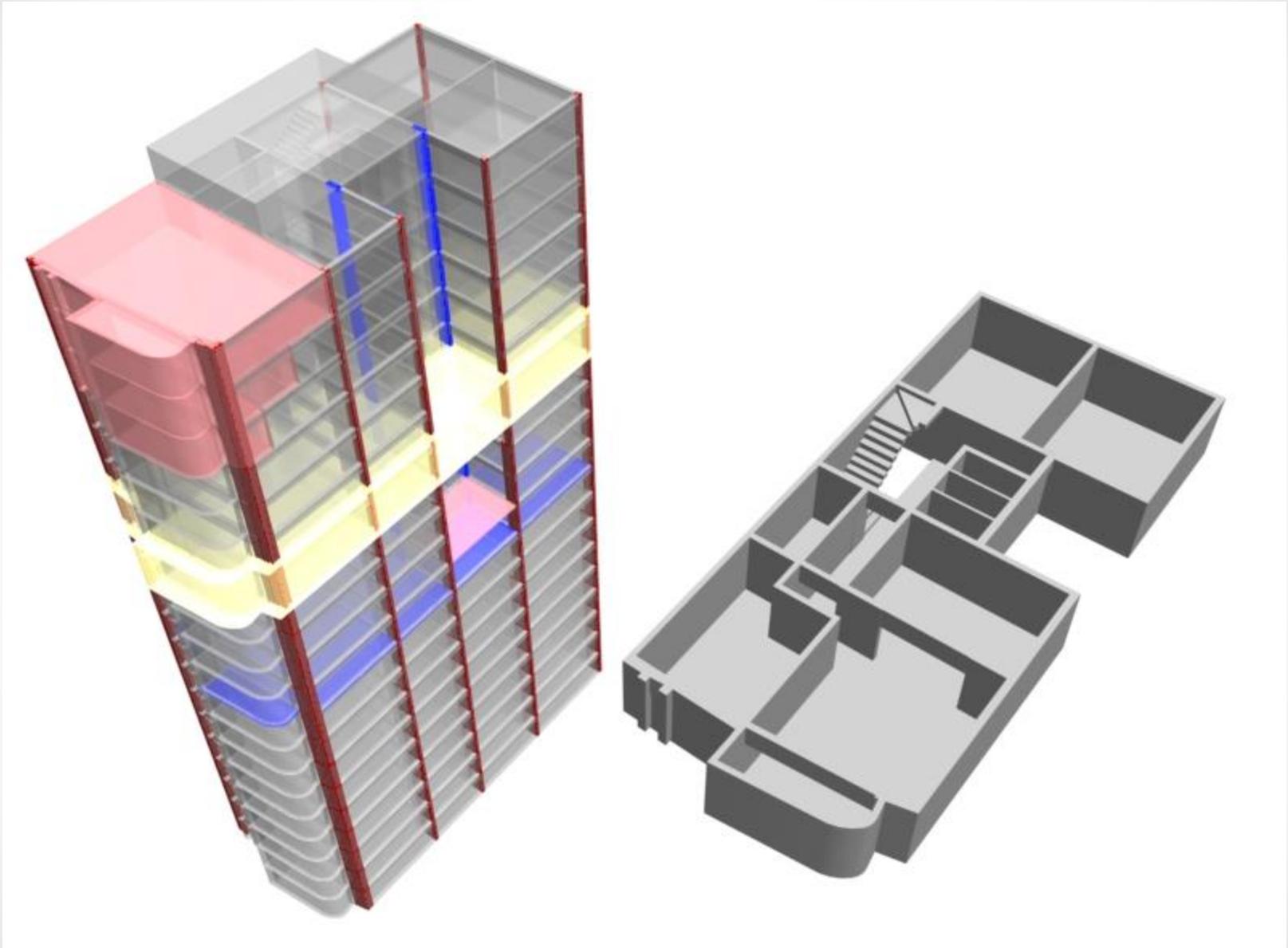


Planta típica até o 8º pavimento

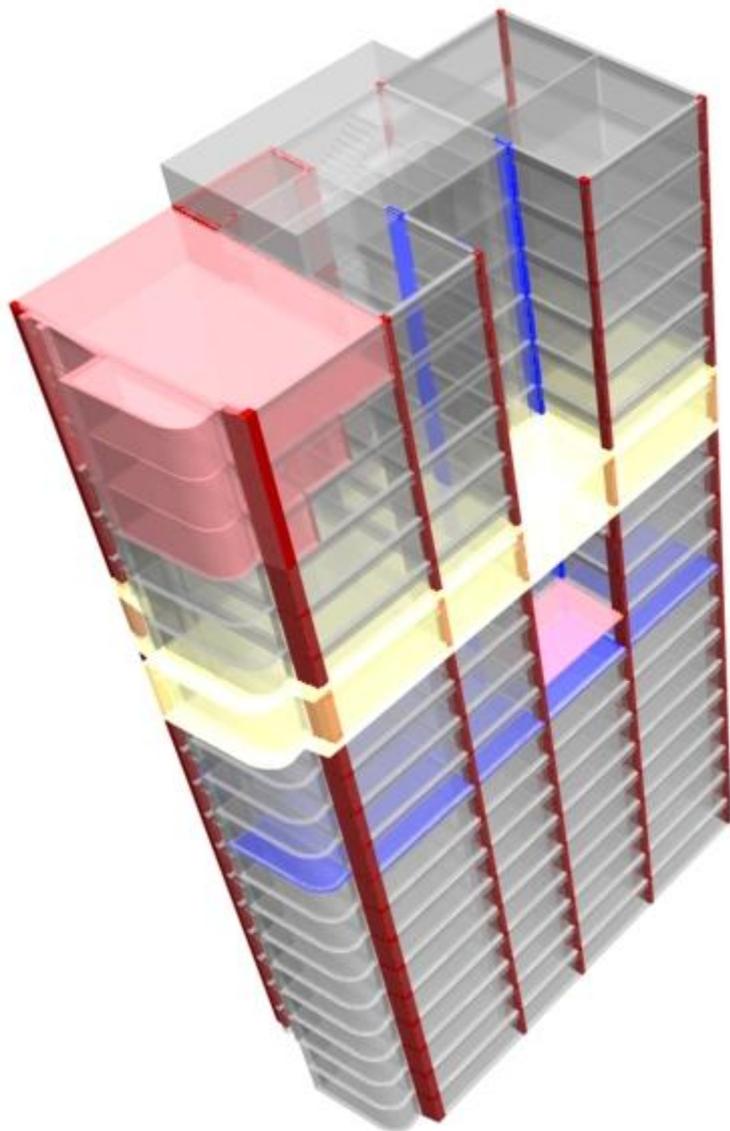
Pilares periféricos e vigas transversais de ligação entre eles



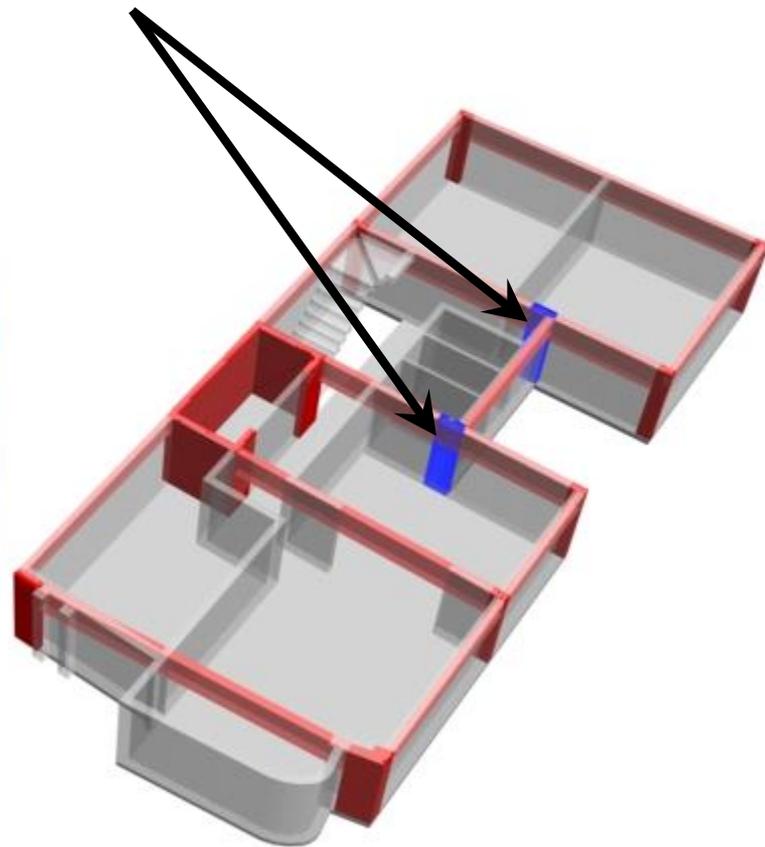
Planta típica a partir do 9º pavimento



Planta típica a partir do 9º pavimento

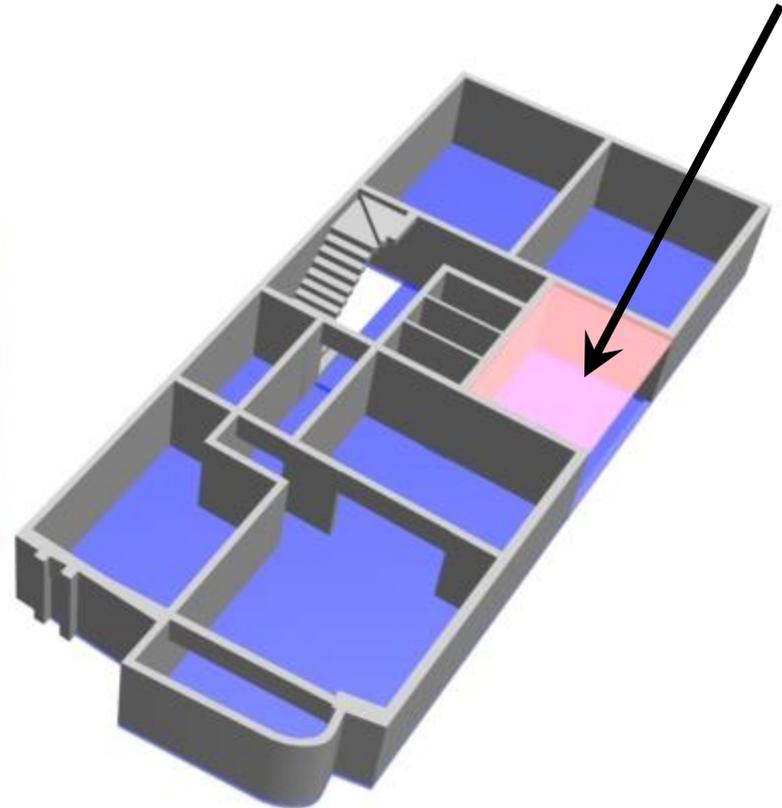
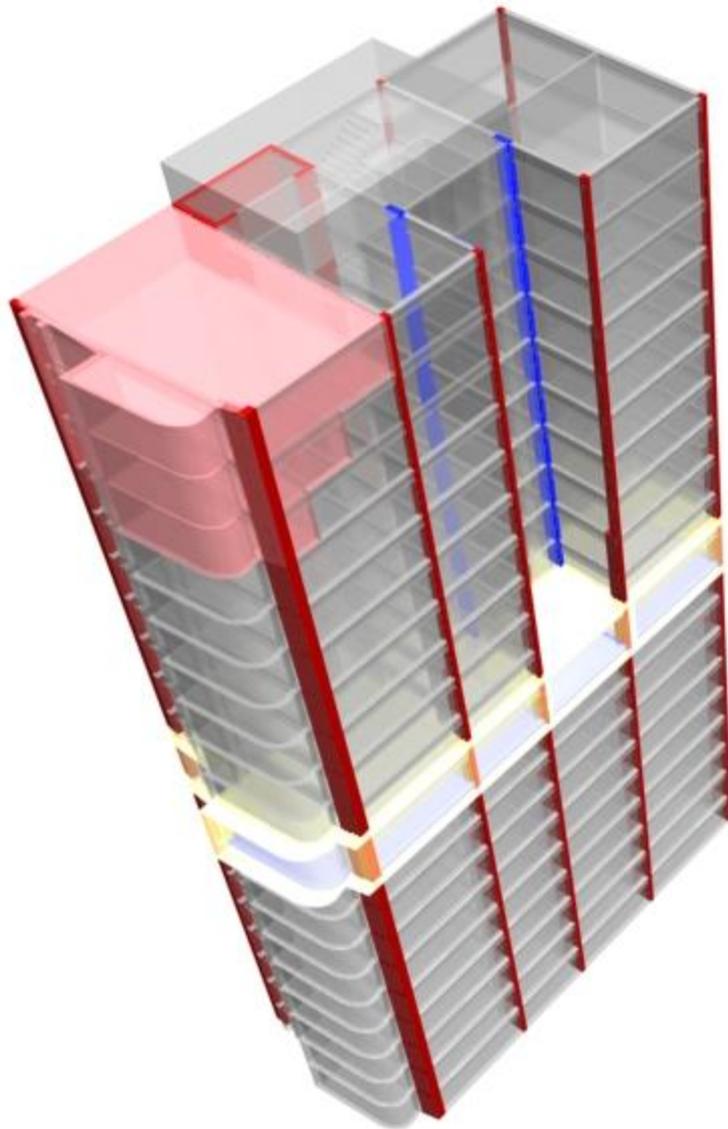


Criação de pilares que nascem no piso do 9º pavimento, apoiados nas vigas do teto do 8º pavimento, para permitir a criação do prisma

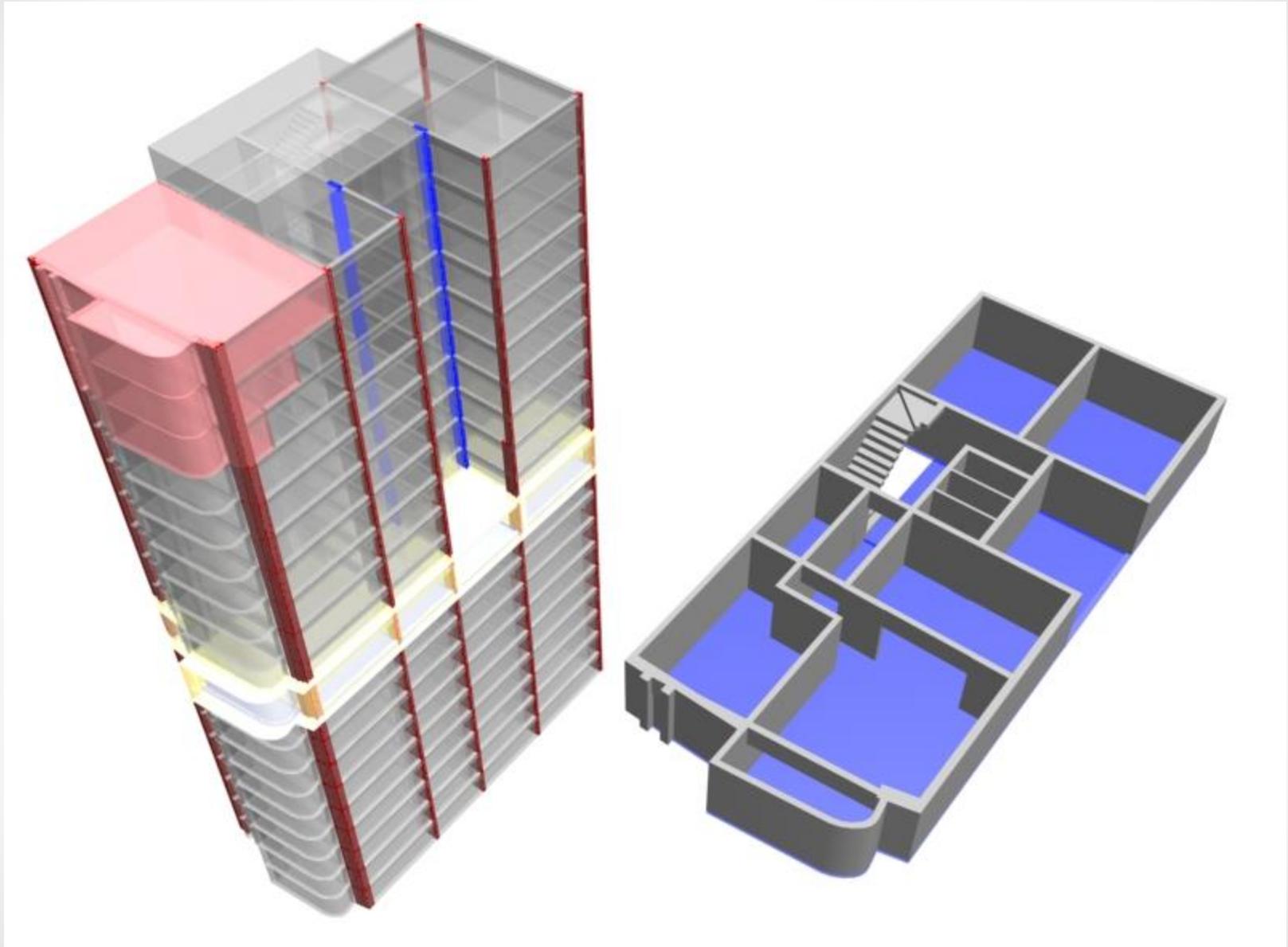


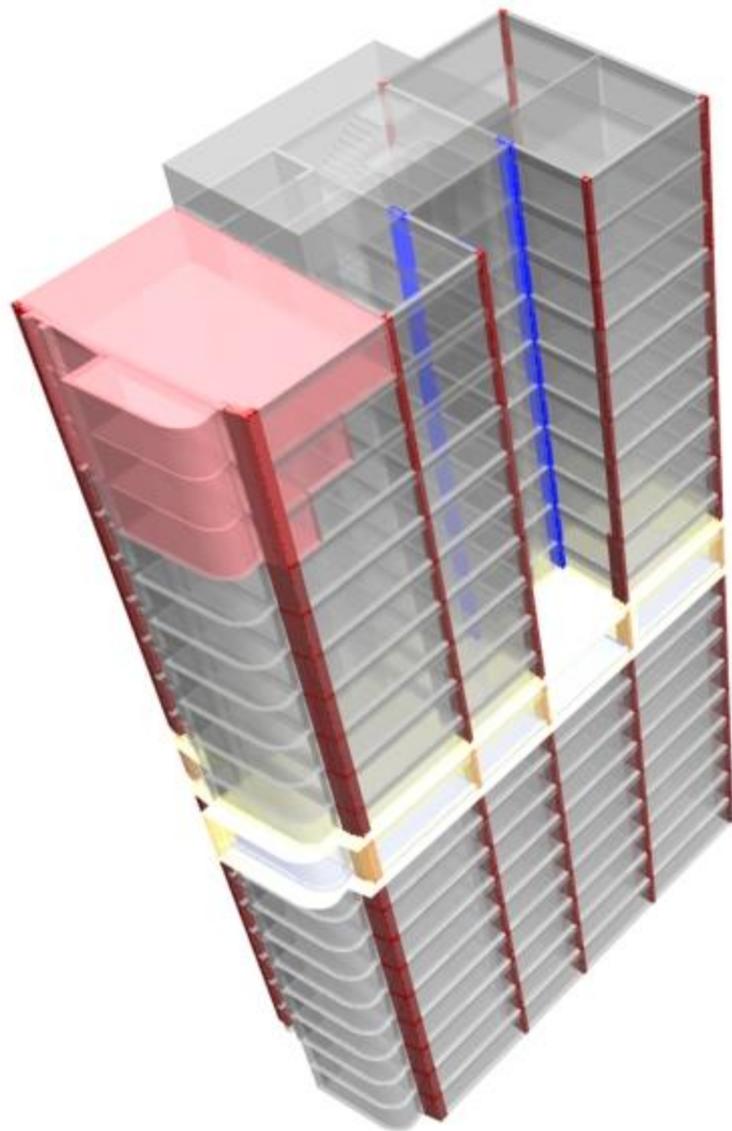
Planta do 9º pavimento

Execução de “puxadinho”, com a construção de laje sobre o prisma, no 9º pavimento, na década de 1950

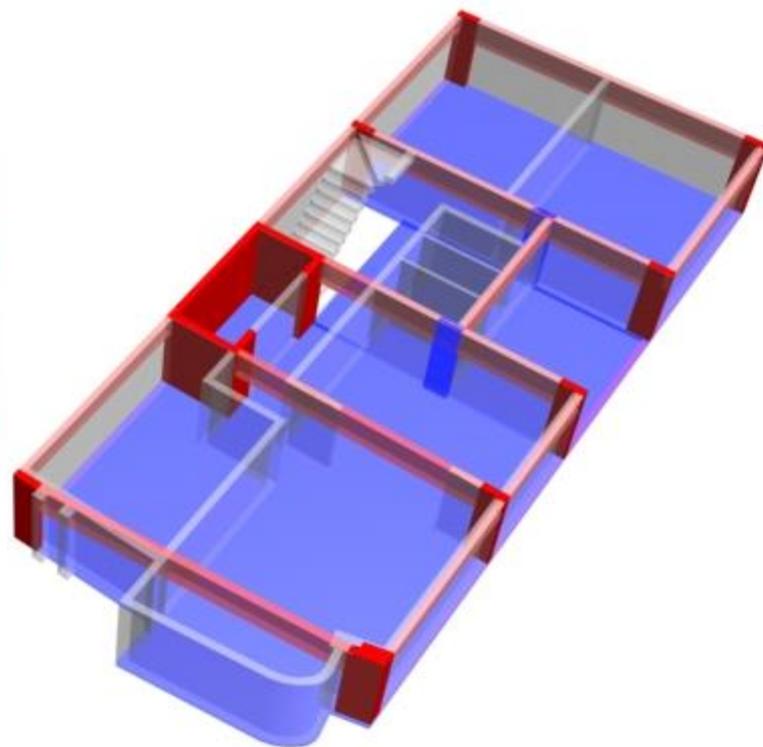


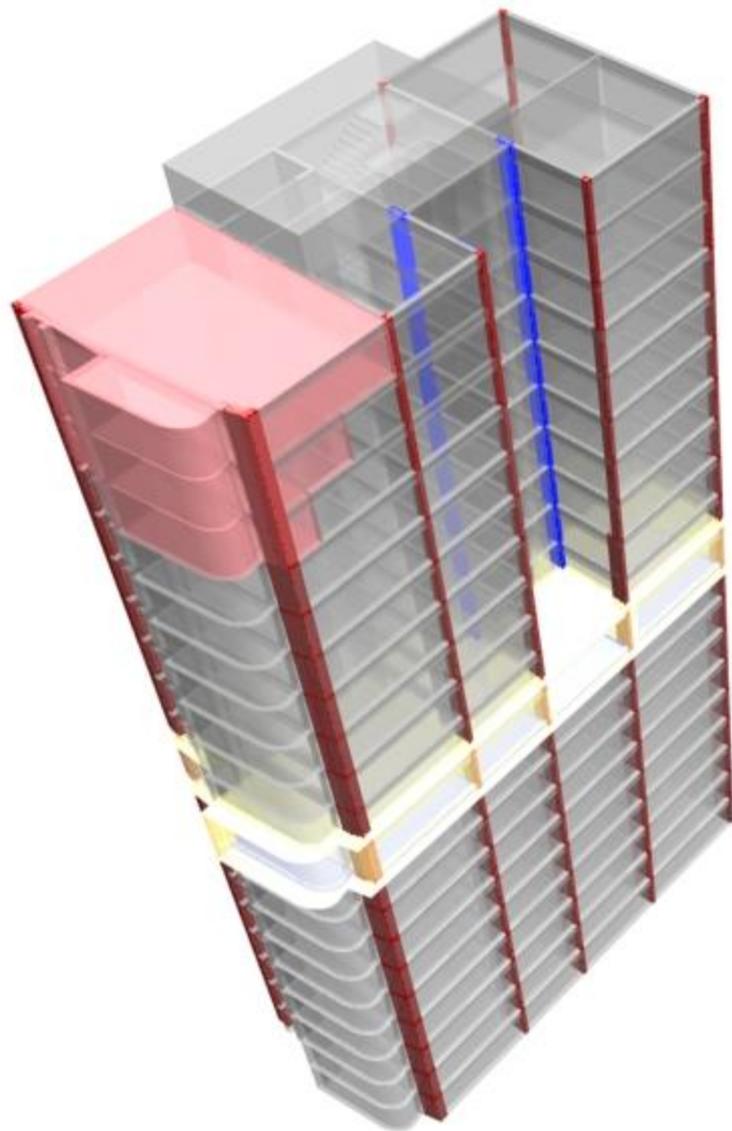
Planta do 9º pavimento



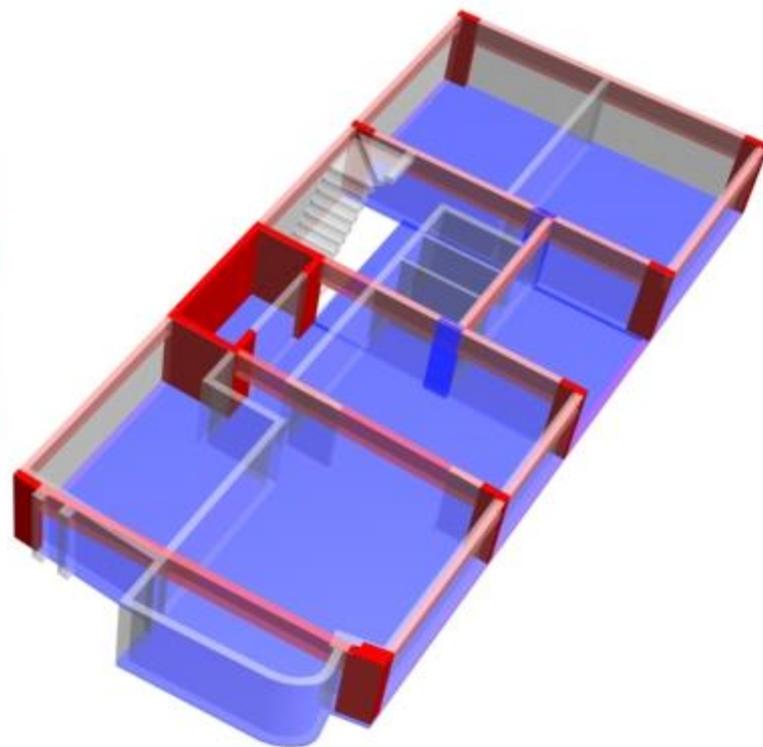


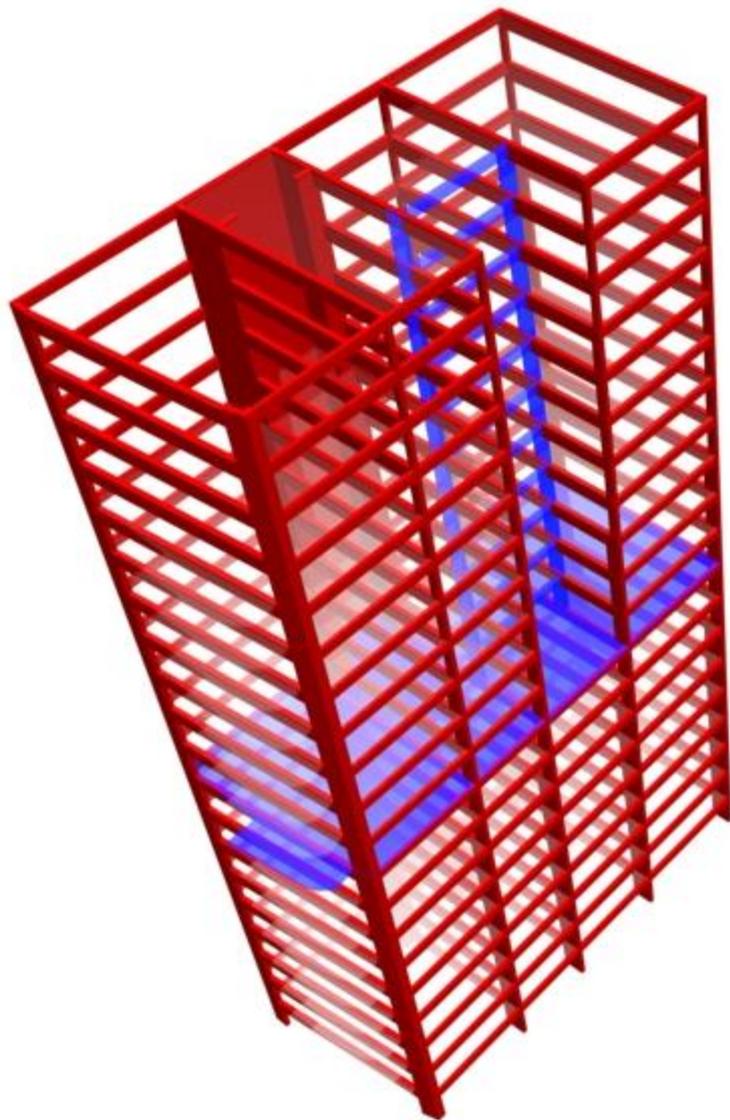
Esquema estrutural do 9º
Edifício Liberdade
pavimento, onde aparecem os
pilares de sustentação do prisma
(em azul).





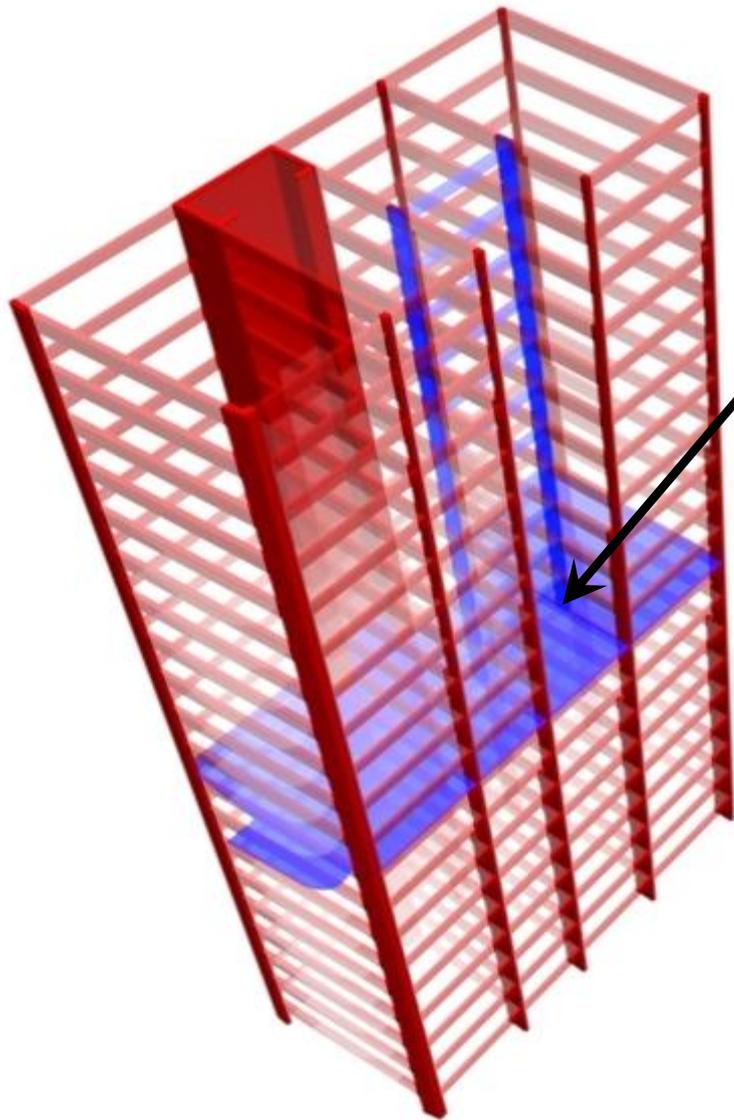
Aparentemente o pavimento não tem o prisma, e para o leigo sua estrutura é igual à do trecho inferior, sem os pilares em azul.





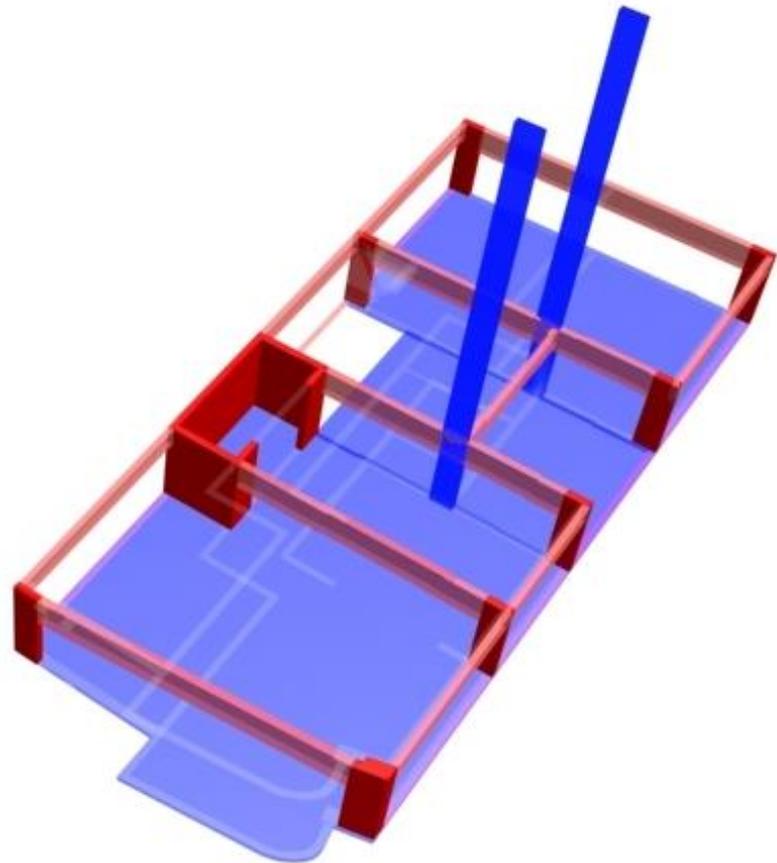
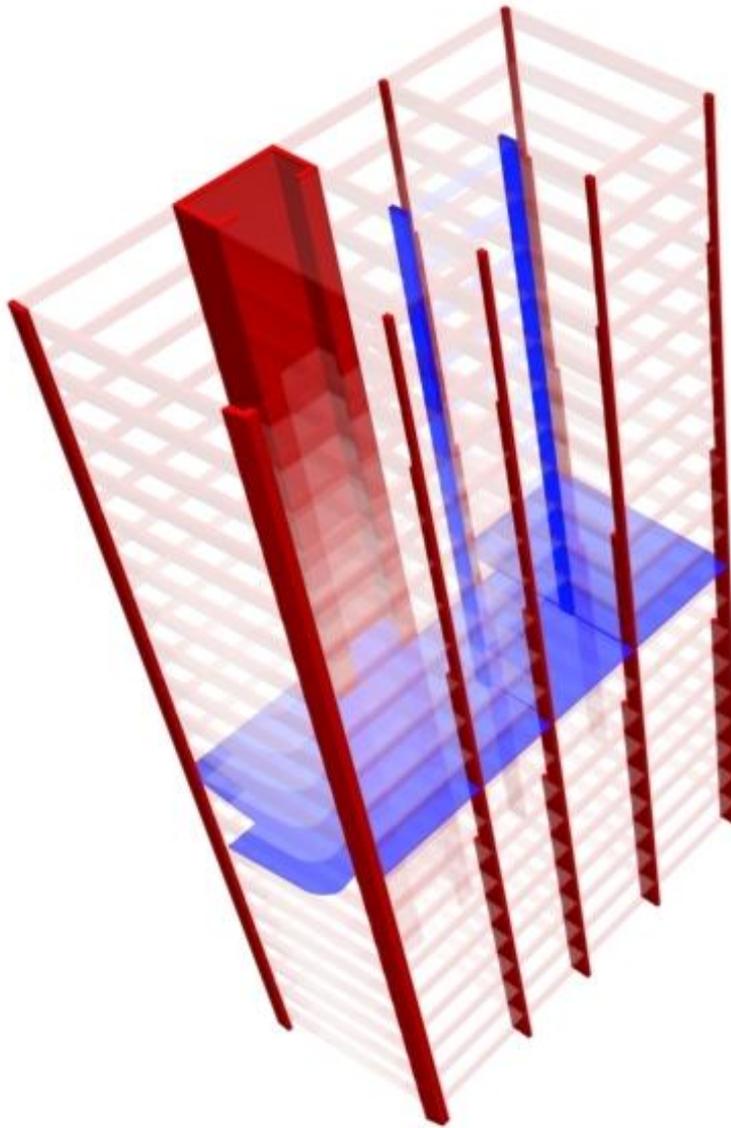
Edifício Liberdade

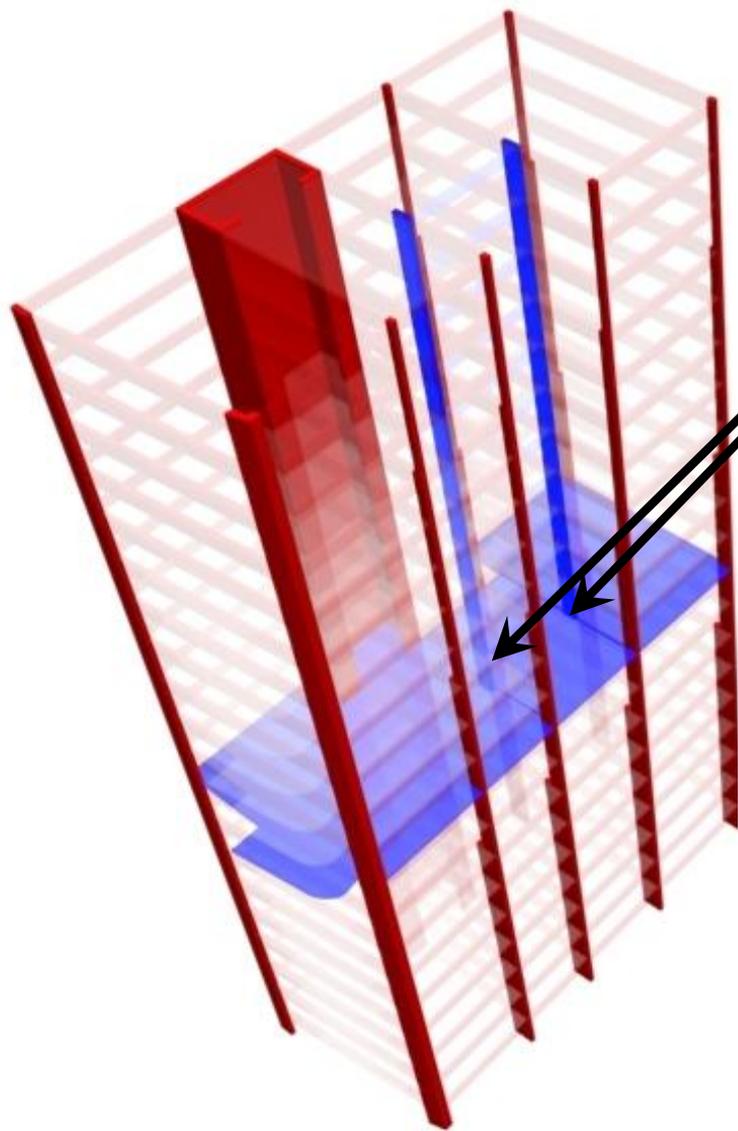
Esquema estrutural do prédio



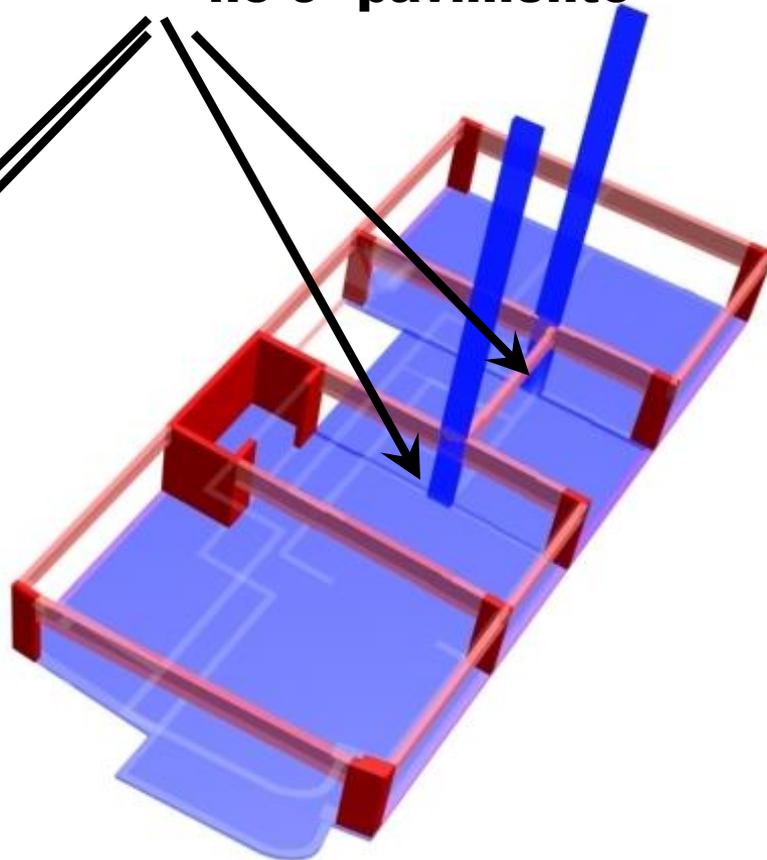
**Destaque - estrutura do prisma,
que começa no 9º pavimento**

A estrutura do prisma, que começa no 9º pavimento



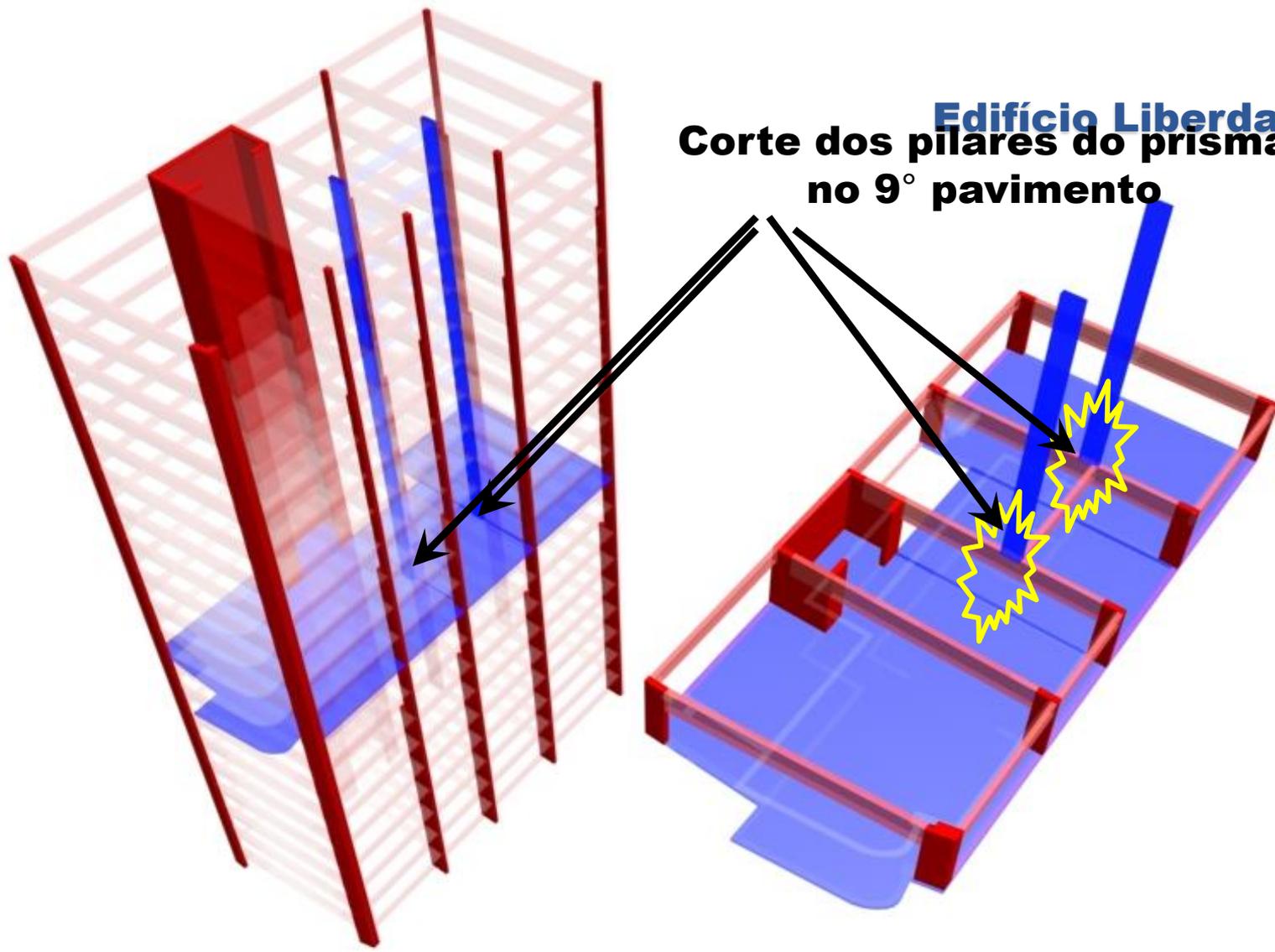


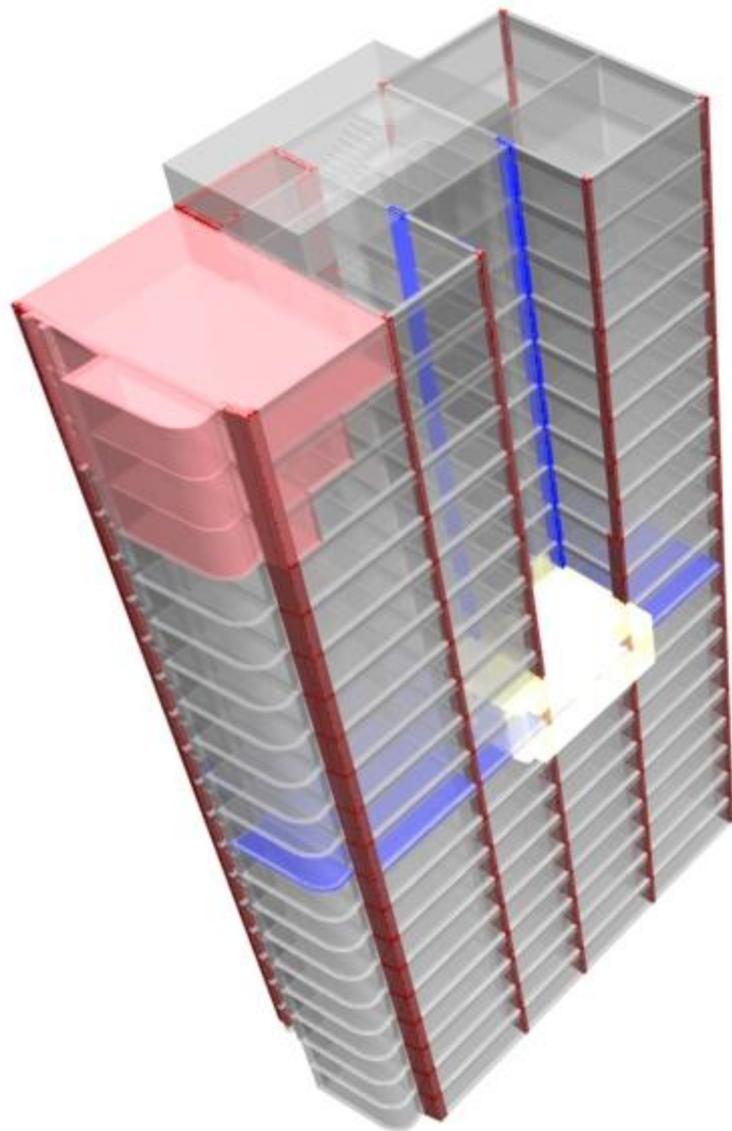
**Corte dos pilares do prisma
no 9º pavimento**



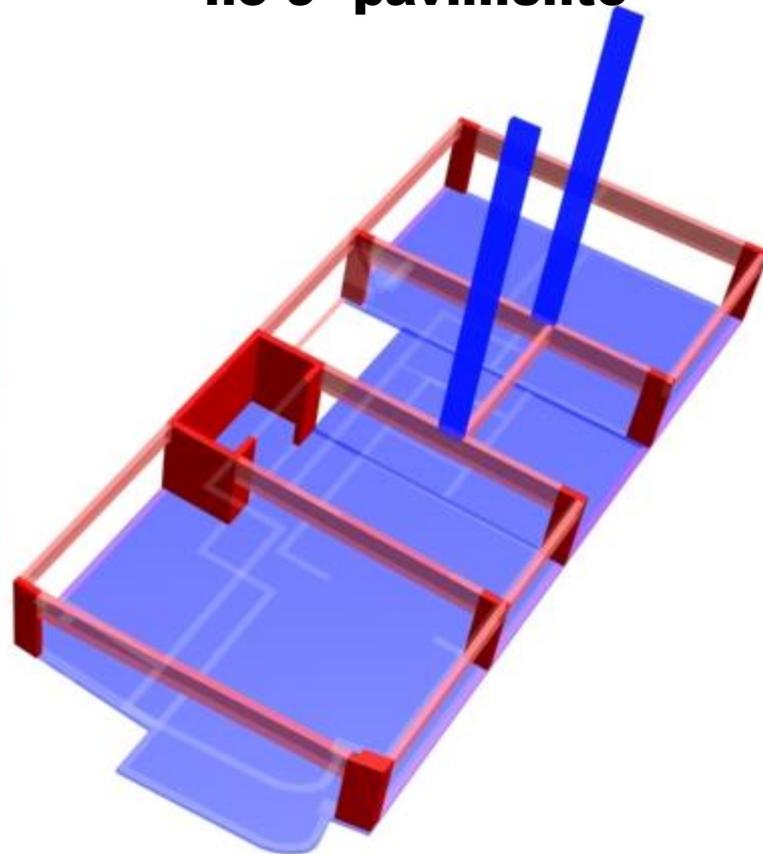
Edifício Liberdade

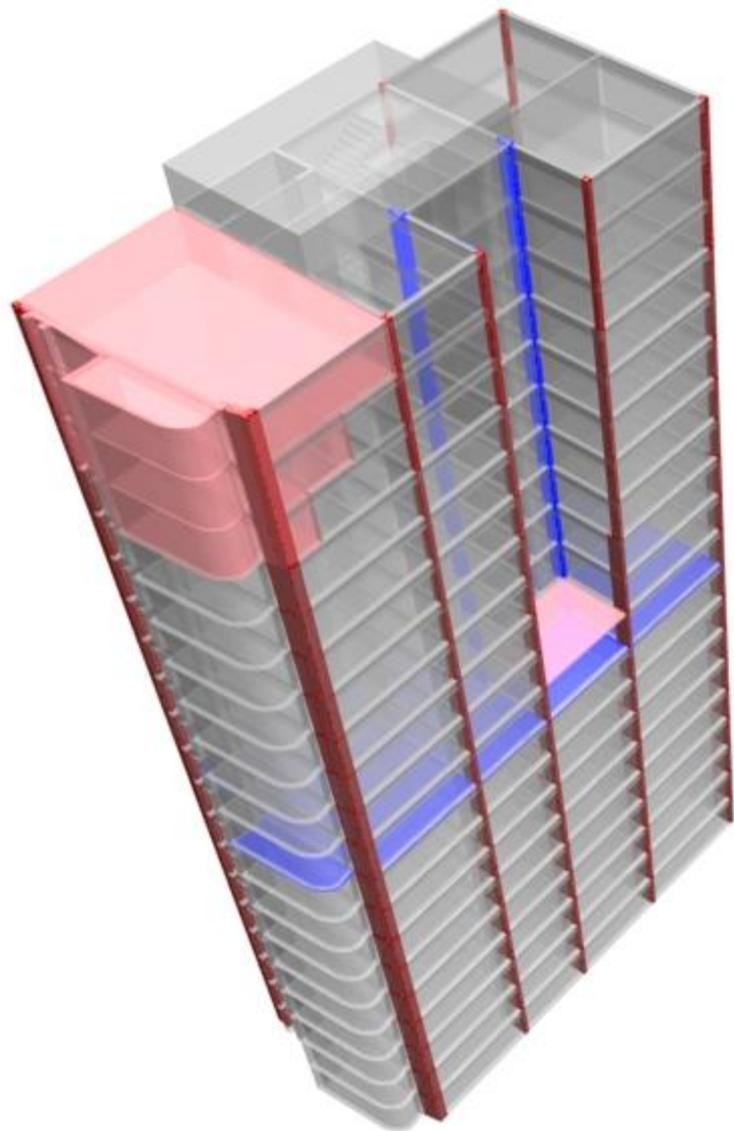
**Corte dos pilares do prisma
no 9º pavimento**



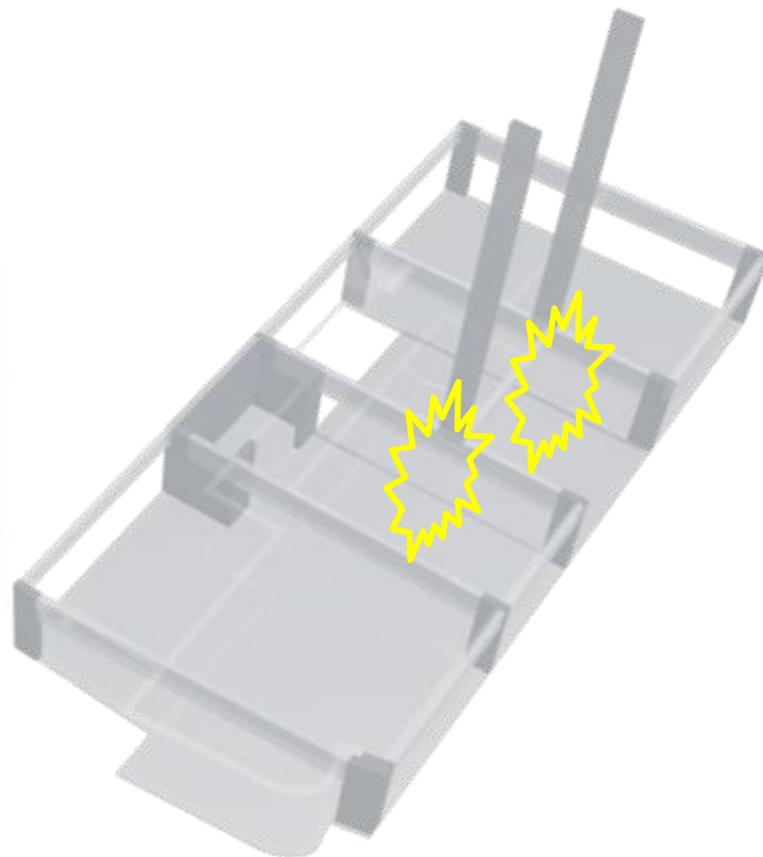


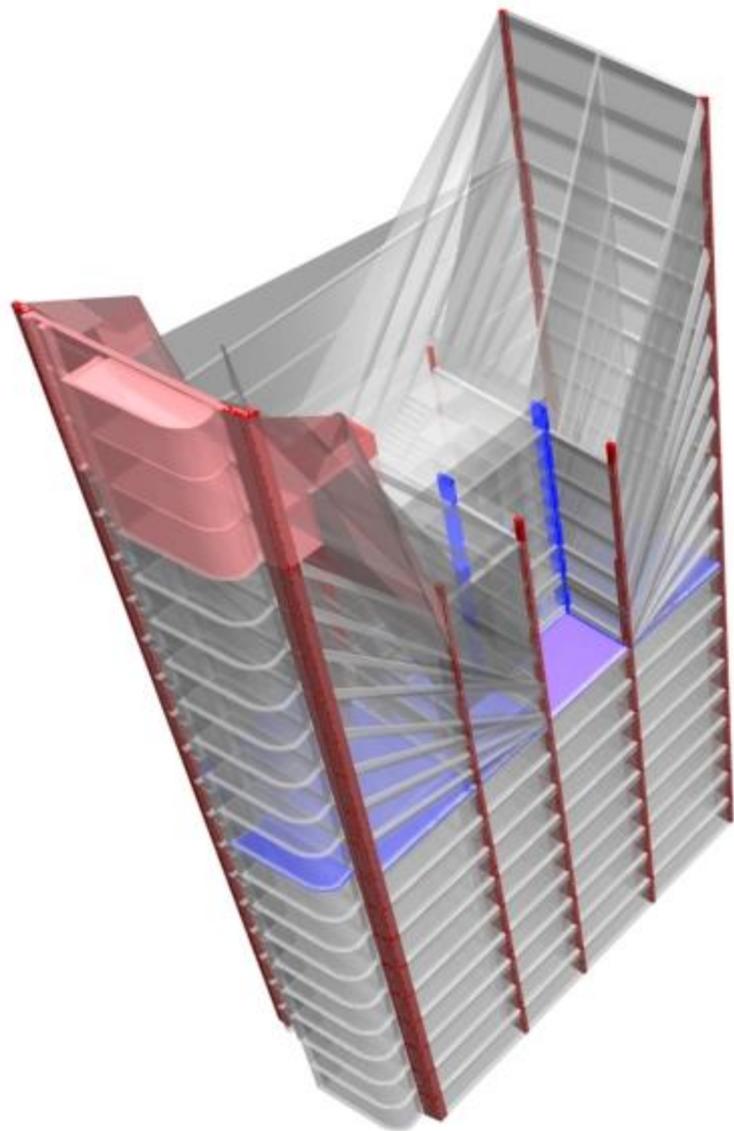
Edifício Liberdade
Corte dos pilares do prisma
no 9° pavimento



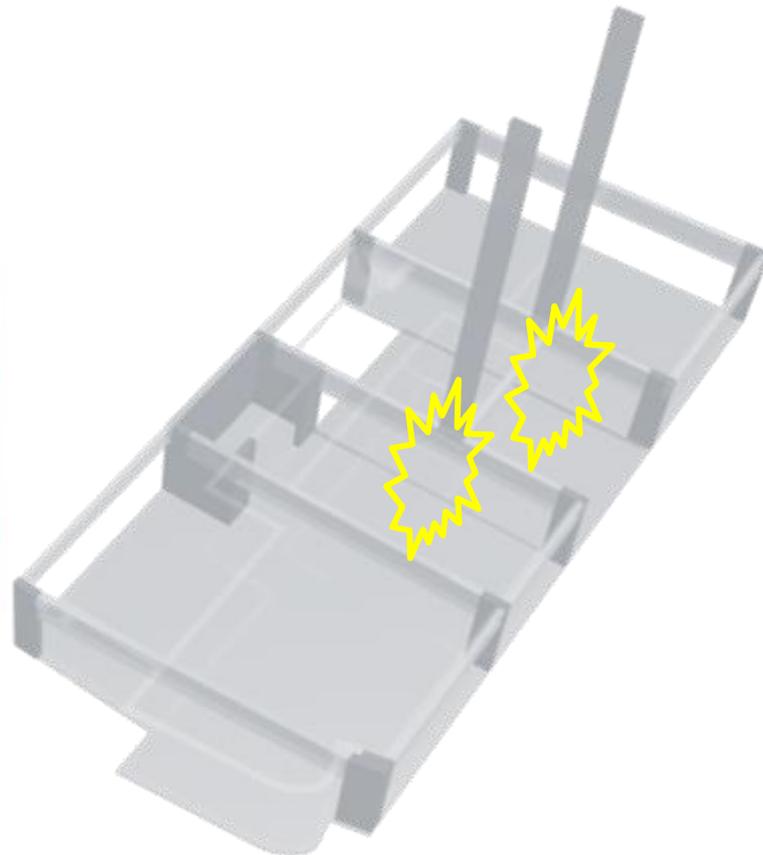


Edifício Liberdade
Ruína da estrutura

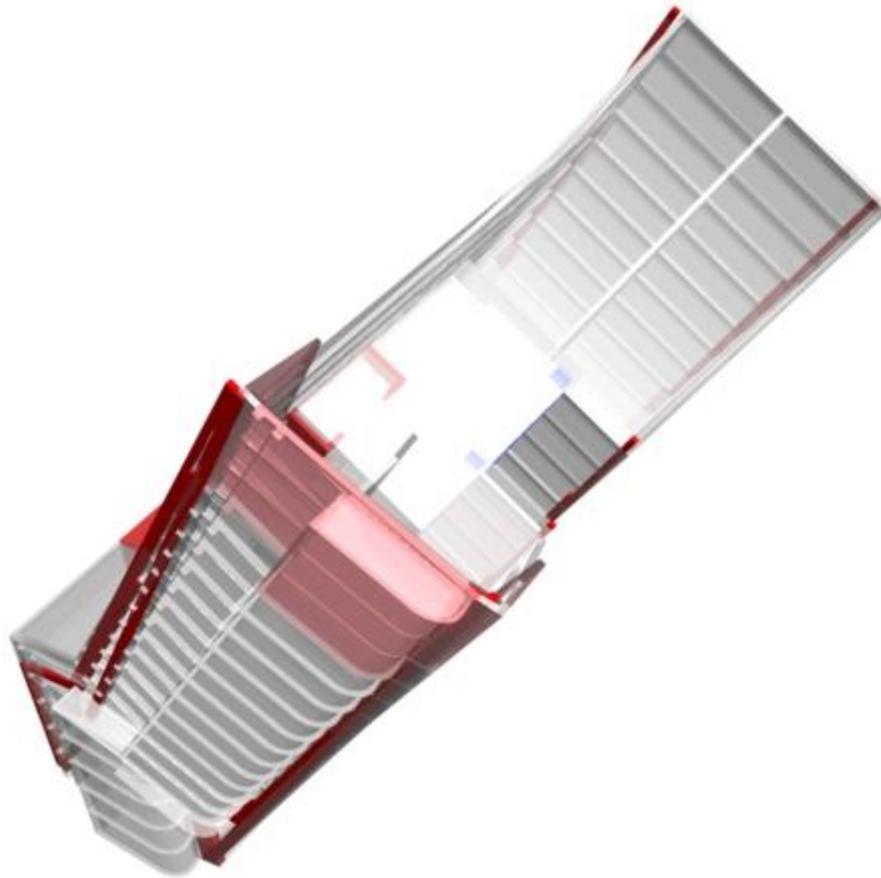




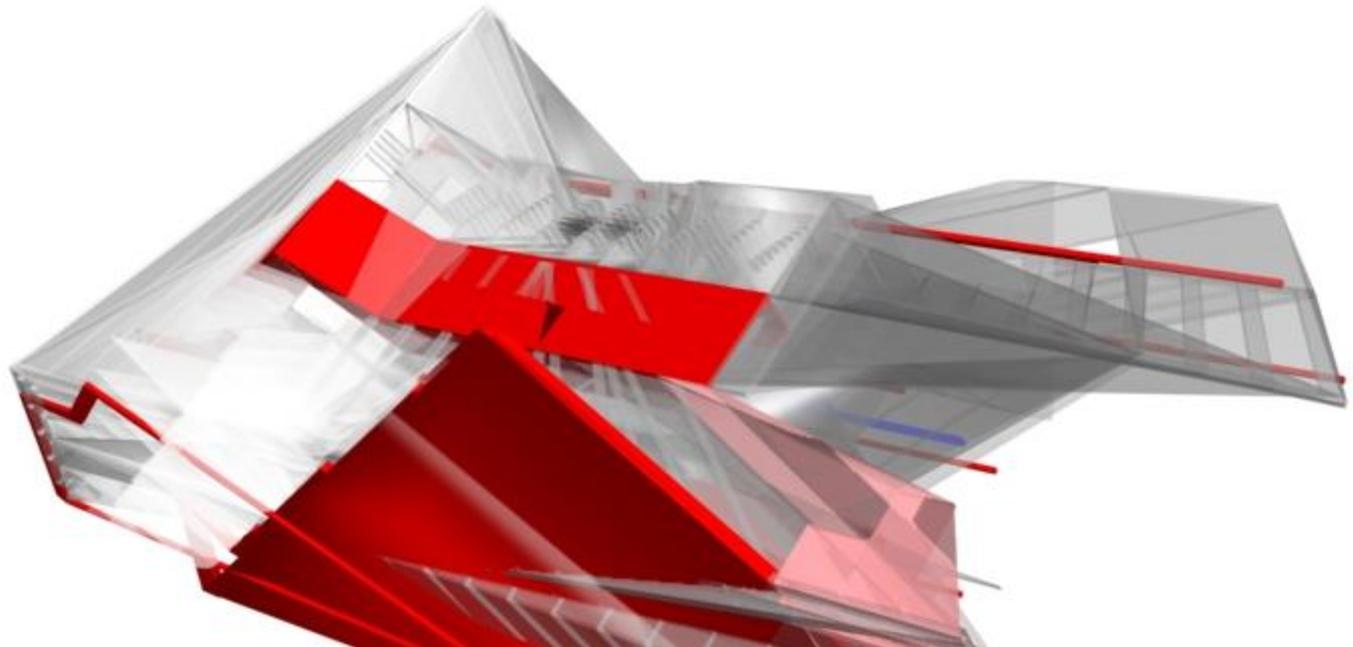
Edifício Liberdade
Ruína da estrutura



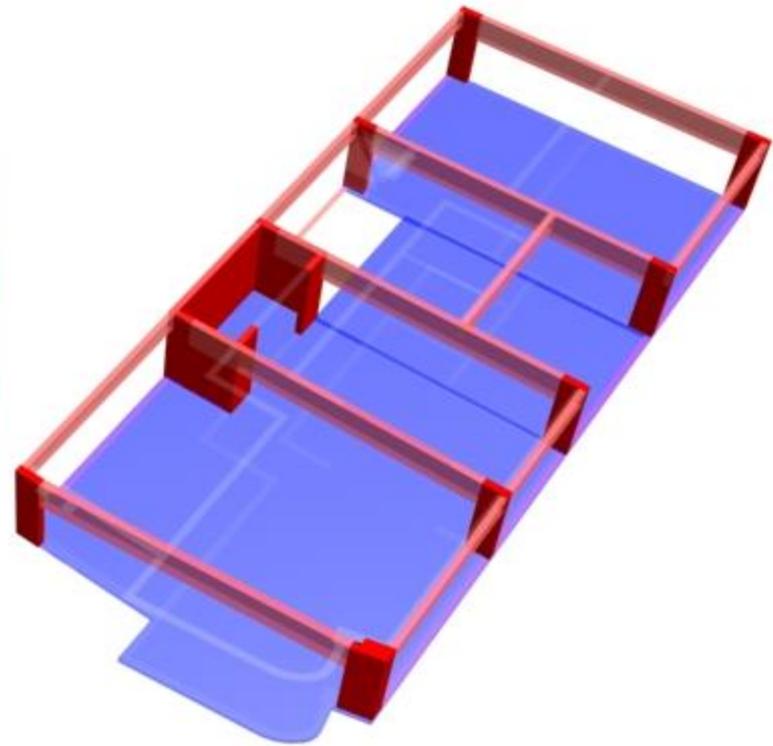
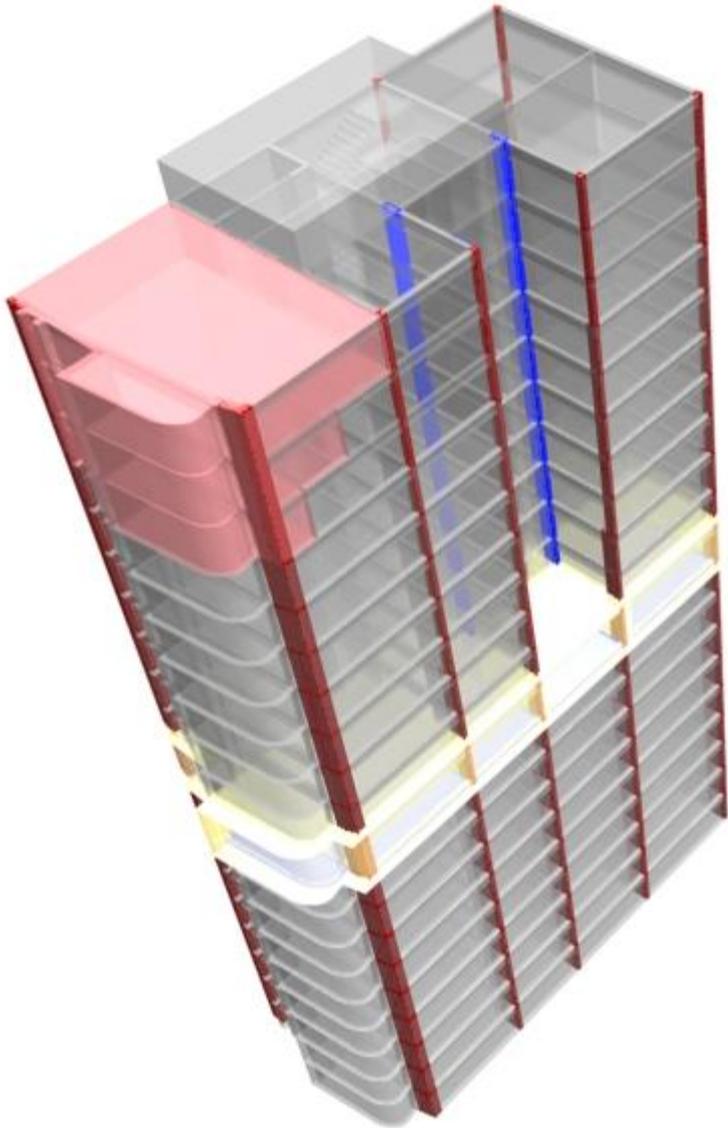
Edifício Liberdade **Ruína da estrutura**



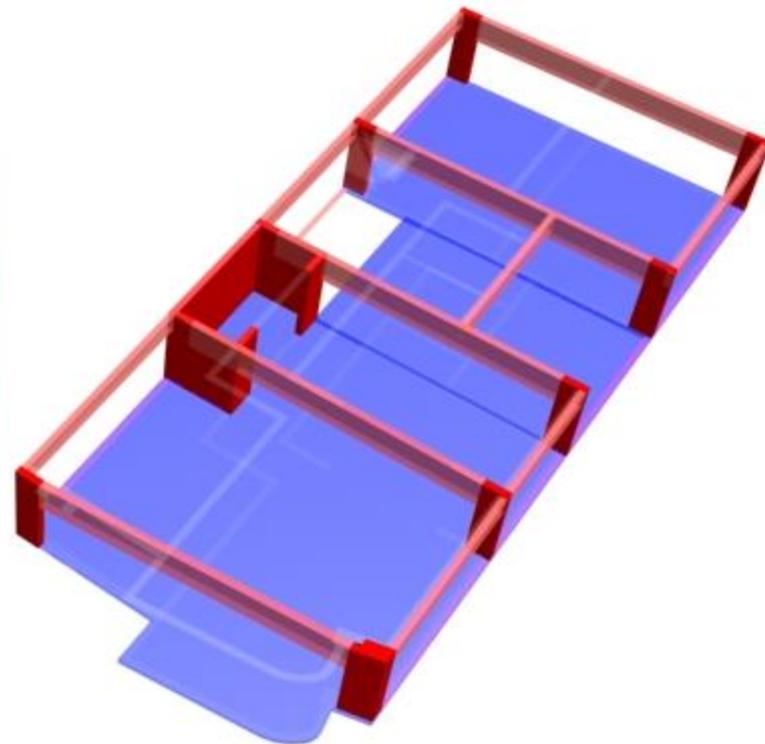
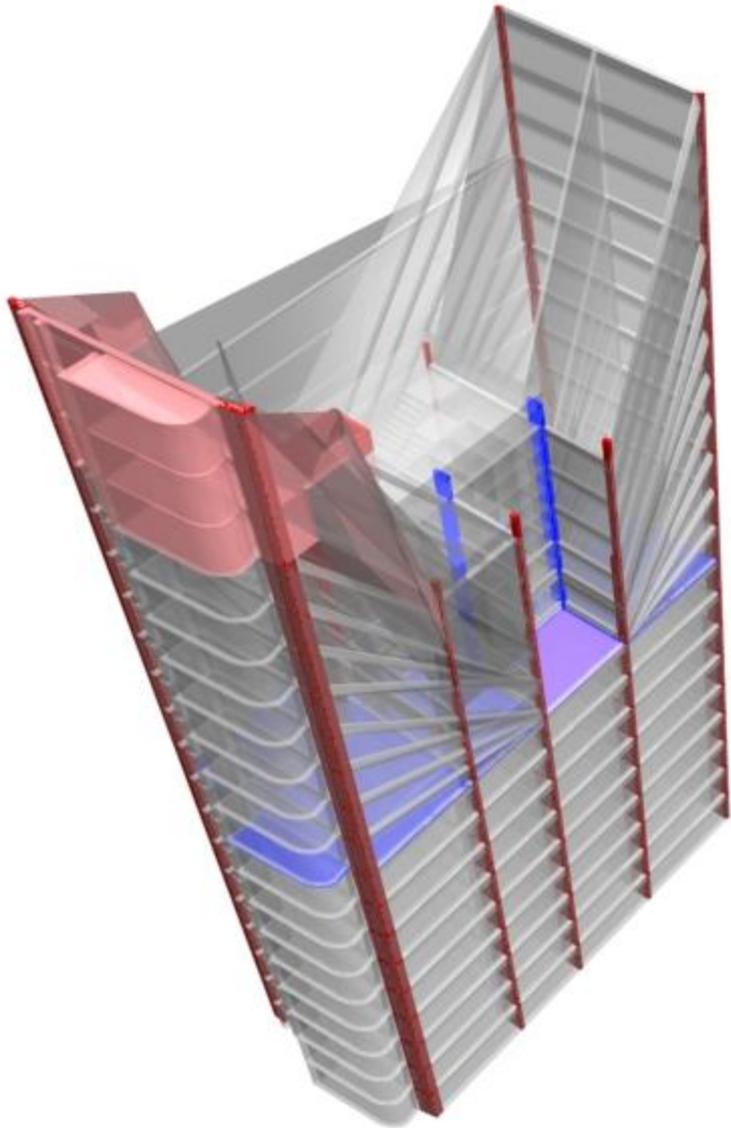
Edifício Liberdade
Ruína da estrutura



A utilização do projeto do 3º andar, onde esses pilares não existem, replicando toda a obra no 9º pavimento, onde os pilares existem e sustentam o prédio acima deste nível é O ERRO QUE LEVOU À RUÍNA



**A supressão desses pilares,
“limpando” todo o andar, como foi
feito no 3º, levou a edificação a ruir**



ACIDENTE

- 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 conseqüentemente entram em falência, a partir daí há uma sucessão de modificações de funcionamento quase que instantâneas que levam à ruína sucessiva e múltipla, levando o prédio a ruir.
- Além disso, o laudo do Instituto Carlos Éboli evidencia uma possibilidade adicional para um dano estrutural severo, que pode ter causado ou contribuído de forma intensa para o acidente. A SUPRESSÃO DAS MÍSULAS.

ACIDENTE

- As fotos I.12 e I.13 do laudo policial demonstram que a ligação dos pilares com as vigas do prédio se davam por mísulas.
- *(mísulas são trechos de vigas mais altos junto aos apoios nos pilares, que garantem um tipo de funcionamento estrutural específico e não podem ser suprimidas sem sério comprometimento do funcionamento local e global da estrutura)*
- O leigo, certamente, não tem esse entendimento. A vontade de nivelar o teto falso, sem que esse trecho estrutural de ligação viga-pilar apareça sob o teto, leva à supressão desses trechos, o que pode danificar e mesmo levar uma edificação ao colapso.
- Este tipo de concepção estrutural era comum nos projetos da época da construção do edifício Liberdade e pode ser encontrado em diversos outros prédios no Centro do Rio de Janeiro.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

...

CONCLUSÕES

- No caso em epígrafe, o estudo e a análise da situação leva a conclusões lastreadas nas informações, determinando qual a causa principal e qual o mecanismo de ruína que levou ao acidente ocorrido.
- Hoje em dia, não há mais dúvida dos motivos que levaram a falência estrutural da edificação – a supressão de pilares na altura do 9º andar foi a causa determinante do acidente ocorrido.
- É importante que fique esclarecido que o edifício, em condições normais de manutenção, como vinha acontecendo ao longo de toda a sua vida (segundo diversos depoimentos a edificação era alvo de manutenções constantes que o mantinham em boas condições), permaneceria em uso por décadas e décadas, sem se poder determinar quando o mesmo poderia vir a sofrer uma ruína, provavelmente nunca. Na verdade a expectativa de “fim de vida” de um edifício como o “Liberdade” está mais ligado a obsolescência do que a ruína eventual.

