

Sobre os acidentes estruturais recentes ocorridos na cidade de Maringá-PR

About the recent structural accidents occurred in the city of Maringá-PR

Rafael Alves de Souza¹, Rodrigo Mazia Enami²

¹ Prof. Dr, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC. E-mail: rsouza@uem.br

² Mestrando, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana-PEU. E-mail: rodrigoenami@yahoo.com.br

RESUMO

Acidentes estruturais têm ocorrido com frequência no Brasil, a despeito da falta de ações extremas que são frequentes em outras nações, tais como terremotos, tufões, ciclones, tsunamis e ações terroristas. Além disso, a prática tem demonstrado que, na maioria das vezes, os acidentes estruturais ocorridos no Brasil são resultado de falhas humanas durante as fases de projeto e execução. Em Maringá, estado do Paraná, em um único semestre foi possível constatar ao menos três acidentes estruturais significativos, que felizmente não resultaram em vítimas. Tendo-se em vista a experiência adquirida nos referidos acontecimentos, o presente artigo tem por objetivo esclarecer os aspectos básicos necessários para se evitar acidentes estruturais, bem como, apresentar ações imediatas a serem tomadas em uma situação de emergência, de maneira a se preservar as evidências ao mesmo tempo que se preserva a vida. Finalmente, são apresentadas as causas principais que levaram as referidas estruturas ao colapso, bem como, as ações que foram necessárias para se evitar novos transtornos a partir daqueles já ocorridos.

Palavras-chave: Acidentes estruturais. Concreto armado. Engenharia forense.

ABSTRACT

Structural failures have been occurring with certain frequency in Brazil, despite the fact that this country does not present some major problems usually found in other countries like earthquakes, tornados, tsunamis and terrorist actions. Moreover, it can be shown that most part of the structural failures occurred in Brazil are usually result of some human mistakes during the design and constructions procedures. In Maringá, Paraná state, in just one semester was possible to register at least three important failures. Taking into account the knowledge acquired in the mentioned failures, the present paper aims at providing some basic actions in order to avoid structural failures. Some recommendations are described in order to preserve the evidencies after the collapse. Finally, the main causes for the mentioned failures are revealed, as well as some procedures for avoiding new damages originated from the failures.

Keywords: Structural failures. Reinforced concrete. Forensic engineering.

1. INTRODUÇÃO

Acidentes estruturais têm ocorrido com frequência no Brasil (CUNHA et alli (1996), CUNHA (1998), SOUZA (2001)), a despeito da falta de ações extremas que são frequentes em outras nações, tais como terremotos, tufões, ciclones, tsunamis e até mesmo ações terroristas. Entre os acidentes estruturais mais lembrados ocorridos na última década estão aqueles ocorridos em Guaratuba-PR (1995, Edifício Atlântico), São José do Rio Preto-SP (1997, Edifício Itália), Rio de Janeiro-RJ (1998, Edifício Palace II), Olinda-PE (1999, Edifícios Éricka e Enseada de Serrambi) e Recife-PE (2004, Edifício Areia Branca). Estes acidentes somados totalizaram dezenas de vítimas fatais e centenas de feridos. Um histórico significativo, que chama a atenção para a qualidade e segurança das construções brasileiras.

Além disso, é de se suspeitar que inúmeros acidentes estruturais sem vítimas fatais vêm ocorrendo no Brasil, porém sem registro formal na literatura técnica. Em alguns casos, nem mesmos as autoridades competentes chegam a tomar conhecimento dos fatos, tendo-se em vista o acobertamento imediato por parte dos proprietários/construtores. Em Maringá-PR, por exemplo,

uma cidade conhecida pelo seu alto poder econômico e elevado desenvolvimento social, quando comparada ao padrão brasileiro, verificou-se somente no último semestre a queda abrupta da marquise de um barracão industrial, a ruína frágil de uma cortina de estacas justapostas de um edifício residencial em construção e o colapso global das sacadas de um edifício residencial.

Os erros mais frequentes observados em acidentes estruturais concentram-se basicamente na má avaliação dos carregamentos, na modelização inadequada da estrutura, em detalhamentos errados ou ineficientes, na deficiência e falta de controle de qualidade durante a execução, em sobrecargas excessivas não previstas e na falta de um programa adequado de inspeção e manutenção das obras já concluídas. Nos três casos de colapso ocorridos em Maringá, pôde-se constatar problemas técnicos de natureza muito simples, intimamente relacionados com os erros apontados anteriormente.

Em todos os casos observou-se grandes prejuízos financeiros e transtornos operacionais que acabaram por afetar de maneira significativa o entorno das regiões onde ocorreram os colapsos. Tendo-se em vista a magnitude dos transtornos propiciados pelos incidentes, bem como, pela repetição do estado de alerta, a cidade de Maringá, por intermédio da Defesa Civil, passou a contar com engenheiros preparados para atuar em situações de emergência envolvendo acidentes estruturais.

Dessa maneira, pautando-se na experiência obtida durante as investigações dos colapsos mencionados, o presente trabalho tem por objetivo relacionar características fundamentais para que acidentes estruturais sejam evitados. Além disso, o presente trabalho procura apresentar os principais procedimentos a serem tomados numa situação de emergência, resguardando a vida e preservando as evidências que possam elucidar as causas dos sinistros. Finalmente, uma breve descrição dos problemas ocorridos em Maringá, bem como, as ações tomadas no sentido de evitar novos problemas a partir dos colapsos ocorridos são apresentados.

2. EVITANDO UM ACIDENTE ESTRUTURAL

É importante o aprendizado através de erros já cometidos no passado, uma vez que os acidentes estruturais podem e devem servir de base para que os mesmos erros não sejam novamente cometidos no futuro. Evidentemente, muitos acidentes são resultados de imperícias e negligências, o que de certa maneira justifica a falta de registros dessa ordem na literatura.

No entanto, a divulgação dos acidentes estruturais, de maneira a se deixar de lado o enfoque sensacionalista priorizando a busca por explicações técnicas, poderia contribuir de maneira significativa para a melhoria dos códigos normativos, bem como, para o aprendizado dos jovens engenheiros. Adicionalmente, a divulgação e a explicação técnica de acidentes estruturais serviria no mínimo para a conscientização dos engenheiros mais experientes em relação à necessidade de se manter sempre o bom exercício da profissão.

Deve-se observar que um acidente estrutural nunca ocorre por um único fator, mas sim por múltiplas causas que se somam nas condições mais desfavoráveis. No entanto, problemas relativamente simples normalmente podem desencadear ruínas globais, fazendo com que problemas mais graves se manifestem de maneira definitiva. Dessa maneira, os usuários de edificações precisam estar atentos ao aparecimento de alguns sintomas, normalmente indicadores de um estado patológico das construções.

Os responsáveis por uma determinada edificação (moradores, proprietários, empresários, síndicos, administradores, gerentes, etc) também precisam estar atentos para a necessidade de sempre contratarem profissionais especializados em suas respectivas áreas de atuação. Em alguns casos, a contratação de profissionais sem conhecimentos específicos para atividades aparentemente simples pode acelerar um acidente estrutural. Foi o que aconteceu, por exemplo, com o beiral de uma residência, ilustrado em maiores detalhes na Figura 1.



Figura 1. (a) Ruína de beiral em residencial devido ao corte inadequado de uma árvore (b) Instalação de novo poste para reativação da rede elétrica na região do sinistro

Após inúmeras ligações para os devidos órgãos competentes (Prefeitura, Corpo de Bombeiros, Força Verde), solicitando o corte de uma árvore de Guapuruvu com cerca de 20 metros que estava na eminência de cair sobre a residência em dias de chuva, e não tendo sido correspondidos, os proprietários do imóvel resolveram por conta própria contratar uma equipe de trabalhadores para o cortar a referida árvore, com peso estimado em torno de 10 a 20 kN.

Sem a experiência necessária da equipe para lidar com corte de árvores de grande porte, houve a queda da árvore em sentido contrário aquele inicialmente desejado. A queda da árvore ocasionou a ruína de parte do beiral de uma residência, um destelhamento de cerca de 5,0 m², a destruição de grande faixa de um muro em alvenaria e o arrancamento de dois postes utilizados para rede elétrica, telefone e tv a cabo.

A queda da árvore provocou ainda a interrupção do fornecimento de energia elétrica na região por aproximadamente 10 horas, bem como, levou ao impedimento total de uma rua até que as operações necessárias a volta de energia pudessem ser concluídas.

Sintomas como fissuras de grandes aberturas, manchas de infiltração, deformações exageradas (flechas), portas e janelas com dificuldade de fechamento e descolamento de pisos quase sempre são indícios de problemas graves que podem estar afligindo um determinado sistema estrutural. A maioria desses problemas poderiam ser facilmente identificados caso houvesse a preocupação de se realizar inspeções periódicas nas edificações ao menos a cada dois anos.

Deve-se observar que o aparecimento de fissuras é sempre um sintoma que merece extrema atenção, devendo ser investigado com a aplicação de metodologia científica específica, objetivando responder se tais fissuras podem conduzir a estrutura a problemas mais severos que impliquem em risco de segurança aos seus usuários. Geralmente as fissuras nos elementos estruturais em concreto armado, bem como no sistema de vedação (alvenarias), são resultado de variações de temperatura e de umidade, de sobrecargas não previstas na estrutura, da acomodação da fundação causada por recalques do solo, de dimensionamento ineficiente e da alteração química dos materiais, incluindo efeitos como retração e fluência.

As fissuras visíveis em lajes de concreto armado normalmente representam um risco de baixa ordem e é muito comum os apartamentos dos últimos andares de edifícios apresentarem este tipo de fissuras, tendo-se em vista as frequentes variações de temperatura a que estão submetidos esses elementos estruturais. Evidentemente, apesar de nocivas, tais fissuras deveriam ser evitadas,

uma vez as mesmas podem levar ao transtorno psicológico de alguns usuários. Em uma inspeção rotineira, por exemplo, uma senhora recém-viúva chegou a afirmar com convicção que escutava as fissuras de um laje (situada na última unidade do edifício) cantarem ininterruptamente durante a noite, demonstrando os efeitos psicológicos que fissuras podem exercer sobre os leigos.

As fissuras visíveis em vigas normalmente representam um risco de ordem intermediária e na maioria das vezes são resultado de um dimensionamento inadequado para as condições de serviço da estrutura. Deve-se observar que a NBR6118 (2003), o código estrutural para concreto estrutural vigente no país, prevê limites máximos de flechas e aberturas de fissuras, que quando seguidos dão condições adequadas de durabilidade às estruturas em concreto estrutural.

Por outro lado, fissuras em pilares normalmente representam riscos mais graves, uma vez que toda a transmissão de cargas em uma edificação passa por estes elementos estruturais. Fissuras em pilares podem apontar, por exemplo, para problemas extremamente graves, como por exemplo, a possibilidade de ocorrência de flambagem, que se manifesta de maneira frágil com a perda repentina do equilíbrio.

Na maioria dos acidentes ocorridos no Brasil foram observados problemas tais como: concepção estrutural inadequada, traço inadequado para o concreto estrutural, deficiência de cobertura das armaduras, posicionamento inadequado das armaduras negativas em balanços, detalhamentos deficientes ou inadequados, falta de sondagem adequada no solo para instalação das fundações, alteração inconsequente das medidas originais especificadas em projeto, construção de outros pavimentos ou outros elementos (piscinas e caixas d'água) não previstos em projeto, falta de manutenção, corrosão de armaduras, além da falta de orientação e acompanhamento dos profissionais responsáveis junto aos encarregados da obra.

O histórico de acidentes estruturais no Brasil tem demonstrado a necessidade de se estabelecer de maneira urgente leis que obriguem a inspeção das construções por profissionais devidamente habilitados. A Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural (ABECE), por exemplo, elaborou um "Projeto de Lei Sobre Vistoria Específicas em Marquises e Sacadas", que foi encaminhado e aprovado em 2008 pela Câmara Municipal de São Paulo, na forma da Lei 14.806. O mesmo poderia acontecer nas demais cidades brasileiras, de maneira que muitos acidentes poderiam ser evitados através de inspeções rotineiras.

No Brasil, há várias normas que descrevem os procedimentos de inspeção, uso e manutenção das edificações, como por exemplo a NBR5674 (1999), a NBR14037 (1998) e a NBR13752 (1996). Além disso, outras publicações complementares, como aquelas publicadas pela ABECE (2007) e IBAPE (2004) apresentam aspectos complementares a serem observados nas inspeções prediais, objetivando evitar acidentes.

3. INVESTIGANDO UM ACIDENTE ESTRUTURAL

Quando da ocorrência de acidentes estruturais, observa-se normalmente a necessidade de atribuição de responsabilidades pelo sinistro ocorrido. Quando a apuração dessas responsabilidades chega à esfera da justiça, ou seja, quando não é possível o entendimento entre as partes, o Juiz nomeará um Perito Judicial (Engenheiro Forense) durante a audiência de conciliação, de maneira a esclarecer as questões que julgue necessárias. De acordo com Pelacani (2003), as partes podem indicar cada qual um assistente técnico de confiança, para acompanhar o perito e defender os seus interesses.

De acordo com Peraza (2005), os primeiros passos tomados logo após um acidente estrutural são cruciais para os engenheiros forenses. Os engenheiros forenses são normalmente as primeiras pessoas a serem chamadas logo após um acidente estrutural e são os profissionais mais qualificados para o reconhecimento de evidências perecíveis e sua devida conservação. Deve-se observar que tais engenheiros são da esfera pública, ou ainda de partes responsáveis que já

assumiram seu envolvimento em um acidente ocorrido.

A presença do engenheiro forense na cena do colapso é muito importante devido a uma série de razões, entre elas: especificar regiões que devem ter barreiras ao público, auxiliar na identificação de zonas de tráfego seguras entre os escombros, identificar elementos potencialmente instáveis na região do colapso, identificar “abrigos” que podem estar alojando vítimas entre os escombros, indicar métodos de escoramento para estabilização de algumas regiões críticas e ainda auxiliar na sequência de demolição/desconstrução de estruturas em condições críticas de estabilidade.

A forma como ocorreu um acidente e o posicionamento adquirido pelas peças estruturais após o colapso são evidências importantes, uma vez que auxiliam na determinação das causas mais prováveis do sinistro. Entre o escombros gerado encontram-se provas duráveis, que são capazes de permanecer integras por longo período de tempo, bem como, provas perecíveis, que devem ser imediatamente documentadas ou armazenadas em condições de preservação.

De acordo com Perazza (2005), a configuração do colapso pode fornecer informações significativas dos mecanismos e da origem da ruína, bem como, pode auxiliar na eliminação de algumas hipóteses iniciais. Tendo-se em vista que normalmente haverá algumas pressões em curso para que ocorra a limpeza imediata dos escombros, é necessário que a cena do acidente seja imediatamente documentada, tão rápido quanto possível.

É importante que o engenheiro forense tenha em mãos uma prancheta de anotações e máquina fotográfica/filmadora. Além disso, um procedimento racional de nomeação e ordenação das peças mais importantes se faz extremamente necessário durante a fase de documentação, de maneira que se possa obter uma sequenciação lógica em futuras consultas. As fotografias são imprescindíveis em uma investigação forense, uma vez que as mesmas propiciam um registro virtual de uma cena que em breve será extinta. Fotografias também possuem o poder de serem provas extremamente convincentes em relatórios e apresentações sobre a ruína em investigação.

A presença do engenheiro forense no local do acidente tomando notas individuais (rascunhos) tais como medidas geométricas e entrevistas de campo são uma atividade essencial para o registro de observações e relato de sentimentos observados in loco. As notas de campo devem ser feitas de maneira que outros profissionais possam entendê-las no futuro, sem que precisem necessariamente da explicação de quem as tenha gerado.

As entrevistas realizadas no local do sinistro pelo engenheiro forense podem fornecer material essencial para a elucidação de acidentes estruturais. No entanto, alerta-se que as entrevistas devem ser recolhidas imediatamente após os acidentes. Esse procedimento é importante para recolher a informação no seu estado mais cru possível e para evitar a possibilidade de comentários já influenciados por outras pessoas que já elaboraram suas hipóteses sobre o problema. Nesse caso é sempre importante o engenheiro forense portar um gravador para o local do acidente.

De acordo com Perazza (2005), as entrevistas normalmente abrangem perguntas chaves indagando o estado da construção quando da ocorrência do colapso, a sequência observada para a ruína, as atividades que estavam acontecendo durante a ruína, o aparecimento de carregamentos inesperados tais como colisões, bem como, efeitos naturais como ventos fortes e chuvas incomuns. Importante é observar que os entrevistados normalmente são testemunhas que estavam passando nas redondezas do acidente, moradores da edificação avariada e os próprios construtores da obra colapsada.

Outro fato que deve ser realçado refere-se a importância da presença do engenheiro forense quando da demolição ou da remoção dos escombros. Provas importantes podem estar acobertadas pelo entulho gerado, fornecendo assim novas provas para a elucidação do sinistro. Além disso, o engenheiro forense deve possuir disernimento para avaliar em peças encontradas se as fissuras existentes são originárias ou resultado de outros mecanismos. Peças íntegras também são provas válidas, uma vez que podem ser posteriormente testadas em laboratório e comparadas com as especificações de projeto.

Terminada a inspeção in loco, o engenheiro forense deve ter acesso a documentos

essenciais para entendimento da obra colapsada. Entre os documentos mais importante, normalmente recolhidos em uma perícia estão: projeto arquitetônico, projeto estrutural, projeto hidráulico, projeto elétrico, relatórios de controle de qualidade dos materiais, relatórios de fundação e sondagem, memorial construtivo da edificação, relatórios de inspeção, relatórios de testes em geral e diários de obra. O contato imediato com os responsáveis da obra é extremamente salutar, uma vez que é provável que estes profissionais possuam as últimas versões dos projetos efetivamente executados.

Com base nas investigações realizadas no local do acidente, bem como através da reunião dos documentos essenciais para se entender a edificação danificada, o engenheiro forense possuirá condições de estabelecer uma avaliação inicial de todos os dados reunidos. A partir dessa análise inicial, dar-se-á início ao desenvolvimento das hipóteses que levaram à ruína, análises estruturais preliminares, ensaios laboratoriais com peças recolhidas do local do acidente, estabelecimento de parcerias com outros profissionais especializados, levantamento de dados/projetos faltantes, levantamento de novas informações de campo, entrevistas com novas testemunhas e aprofundamento de questões com testemunhas já entrevistadas. Ainda na fase de investigação, é importante observar que o engenheiro forense poderá trabalhar em conjunto com outras partes interessadas, objetivando evitar a duplicidade de provas e adiantar os trabalhos.

4. ESTUDOS DE CASO

Na sequência, são apresentados alguns casos de ruínas estruturais ocorridas no último semestre em Maringá. Tais ruínas servem de alerta à sociedade e ao meio técnico para a necessidade imediata de se estabelecer programas de inspeções periódicas sobre as construções urbanas. Conforme pode-se observar, caso houvesse a obrigatoriedade de fiscalização ou ao menos uma conscientização geral, as ruínas a seguir poderiam ter sido evitadas.

4.1 O COLAPSO DA MARQUISE DE UM BARRACÃO INDUSTRIAL

Em uma madrugada do mês de setembro de 2008, uma marquise em concreto armado recém construída chegou ao colapso, levando consigo toda a fachada frontal de um barracão industrial, conforme ilustra a Figura 2 (a). Deve-se observar que o barracão, projetado com estrutura em concreto pré-moldado e cobertura com arcos metálicos, não possuía inicialmente o fechamento frontal em alvenaria e nem a referida marquise.



Figura 2. (a) Ruína da marquise de um galpão industrial, (b) Fachada reconstruída sem a marquise que deu origem ao colapso

Tendo-se em vista a construção de vários outros barracões na mesma avenida do acidente ocorrido e a tendência geral em se utilizar marquises objetivando valorizar as fachadas, percebe-se que os proprietários recorreram a construção de uma marquise posterior, objetivando assim valorizar o imóvel frente as novas construções. No entanto, a falta de projeto e de acompanhamento de um profissional devidamente habilitado, levaram a concepção de uma estrutura hipostática, incapaz de absorver os esforços de torção oriundos do engastamento da referida marquise em uma viga inadequadamente projetada e ancorada aos pilares pré-moldados de extremidade.

Após o descimbramento da marquise, realizado em um final de tarde, a estrutura veio ao colapso algumas horas depois, durante a madrugada. Felizmente, o acidente não deixou vítimas, sendo que restou apenas um grande volume de entulho a ser recolhido. O caso não foi reportado às autoridades competentes e como pode-se observar pela Figura 2 (b), os proprietários desistiram de executar a marquise, tendo-se em vista o acidente e os prejuízos gerados. Acidentes em marquises são muito frequentes e inúmeras quedas vêm ocorrendo no Brasil, conforme atesta o trabalho de Medeiros & Grocheski (2007).

Esse caso é importante para ilustrar como inúmeras estruturas podem estar apresentando problemas, sem que as entidades responsáveis e fiscalizadoras, tais como Prefeitura, Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura e Corpo de Bombeiros tomem conhecimento dos fatos. O presente caso poderia ter sido evitado caso existisse no município um controle efetivo sobre novas obras, bem como, o fornecimento de alvarás de funcionamento de empresas condicionado à vistoria de marquises e sacadas, conforme recomendações de Souza & Cordovil (2007).

4.2 O COLAPSO EM CADEIA DAS SACADAS DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL

Na madrugada do dia 26 de outubro de 2008, os moradores de um edifício residencial foram

surpreendidos com a ruína frágil de 1 marquise e de 15 sacadas em concreto armado ao longo de uma das fachadas principais da edificação, conforme ilustra a Figura 3 (a). O colapso progressivo ocorreu após chuvas intensas e felizmente, o que poderia se tornar uma tragédia sem precedentes, resultou apenas em um enorme prejuízo material e no abalo psicológico dos moradores do edifício em questão.



Figura 3. (a) Ruína em cadeia das sacadas situadas na lateral direita do edifício e (b) Sacadas reconstruídas para revitalização da fachada ainda em execução em Julho de 2009

Basicamente, o acidente ocorrido foi resultado de um sistema ineficiente de drenagem, com a ruptura do sistema de águas pluviais no interior da marquise de cobertura do décimo quinto pavimento. Com a corrosão das armaduras negativas de flexão da marquise, a mesma se desprende caiu sobre a sacada inferior, dando assim origem a um colapso em cadeia. A esse efeito ainda se somaram outros fatores, tais como: rebaixamento das armaduras negativas na marquise e sacadas, alteração geométrica de marquises e sacadas sem atualização da quantidade de armaduras, carga permanente excessiva não prevista sobre a marquise e sacadas (revestimentos) e fortes chuvas/ventos na ocorridas na noite do acidente.

Tendo-se em vista a insegurança gerada pela proporção do sinistro, bem como pelas características construtivas verificadas nas sacadas que se encontravam em balanço, foi feita a recomendação para que a marquise e as demais sacadas remanescentes no lado esquerdo da fachada frontal do edifício fossem imediatamente demolidas. Souza et alli (2009) apresentam o processo de investigação do colapso em cadeia, enquanto Araújo et alli (2009) apresenta maiores informações a respeito do processo de demolição e reconstrução das sacadas do edifício (Figura 3 (b)). Além de exigir a devida preparação da Defesa Civil para futuros casos, a experiência ainda demonstrou que um simples plano de inspeção/manutenção poderia ter evitado o presente acidente.

4.3 O COLAPSO DA CORTINA DE ESTACAS DE UM EDIFÍCIO EM CONSTRUÇÃO

No dia 05 de Abril de 2009, após chuvas intensas, uma cortina de estacas justapostas em

concreto armado veio ao colapso de maneira frágil, conforme ilustra a Figura 4 (a). A estrutura de contenção ruída acabou ainda por derrubar uma faixa de calçamento com aproximadamente 25 m de comprimento, em uma importante avenida comercial da região. A referida avenida foi imediatamente interditada e até a sua liberação, dada no dia 18 de Junho de 2009, produziu prejuízos financeiros significativos para diversos comerciantes situados na região do sinistro.



Figura 4. (a) Ruína de cortina de estacas no subsolo de edifício em construção e (b) Cortina reconstruída para liberação de tráfego em rua adjacente

Tendo-se em vista a experiência adquirida com o colapso progressivo das sacadas, os trabalhos de investigação conduzidos no caso da ruína da cortina de estacas já foram bem mais eficientes e seguiram uma programação já estruturada a partir da experiência anterior obtida com as sacadas ruídas.

A participação da Defesa Civil na elucidação dos problemas que levaram a queda da cortina de estacas possibilitou ainda uma segurança adicional para a liberação da avenida interditada, sendo que a mesma foi condicionada a apresentação de um projeto efetivo de recuperação da cortina ruída e sua devida execução, conforme ilustra a Figura 4 (b).

Basicamente, as causas da presente ruína se concentraram na escavação de um volume de solo superior ao máximo volume recomendado. Tendo-se em vista a escavação da cortina com uma altura de 6,25 m ao invés de 2,80 m, conforme especificado pelo engenheiro de estruturas, não é de se estranhar que a estrutura tenha chegado ao colapso, tendo-se em vista que a estrutura já encontrava-se próxima ao limite de resistência para a altura de 2,80 m.

Adicionalmente, efeitos complementares acabaram por agravar ainda mais o problema, tais como: segregação do concreto utilizado nas estacas devido a concretagem feita por processo inadequado (concreto lançado de grande alturas e ausência de vibrador), falta de aderência na região crítica de emendas de armadura devido a paralisação de concretagem, falta de uniformidade no espaçamento/alinhamento e na reticidade das estacas, presença de elementos estruturais conectando a viga de coroamento com algumas estacas desalinhadas que por si só já introduzem momentos não desejados para as estacas e acúmulo de água de chuva no terreno introduzindo um

empuxo de água não previsto em projeto.

O presente acidente estrutural veio a afetar de maneira profunda o entorno da região, produzindo efeitos negativos como desvalorização imobiliária do edifício afetado, queda de vendas nos estabelecimentos comerciais situados na rua afetada, mudança da linha original de transporte público e tráfego urbano, sentimento de insegurança da população do entorno, além do questionamento a respeito da eficiência do sistema público de drenagem urbana.

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho procurou apresentar indícios básicos de problemas simples que podem gerar problemas maiores em estruturas urbanas. Para se obter eficácia e, conseqüentemente minimizar a possibilidade de acidentes estruturais, logo no momento em que um problema é detectado, deve-se acionar imediatamente um profissional qualificado no assunto para analisar, intervir e eventualmente corrigir os defeitos observados.

O grande número de acidentes estruturais ocorridos no Brasil tem apontado para a necessidade imediata de se estabelecer leis mais severas quanto ao estado de conservação das construções. Em Maringá, Paraná, em um único semestre ocorreram pelos menos três acidentes estruturais graves originados de causas simples que poderiam ter sido identificadas caso houvesse maior rigor na fiscalização de obras em execução e obras concluídas.

Deve-se mais uma vez realçar que um acidente estrutural nunca é gerado por um único fator, mas sim por múltiplos fatores que se somam nas condições mais desfavoráveis. Além disso, uma estrutura quando adequadamente projetada e construída, dificilmente chegará à ruína de maneira frágil, ou seja, a estrutura normalmente manifestará patologias que possibilitam suspeitar de seu estado de fragilidade.

A responsabilidade pela segurança das construções deveria ser levado mais a sério por toda a sociedade, através do estabelecimento de leis específicas ou através de uma maior conscientização quanto à necessidade de inspeção, fiscalização e manutenção das obras urbanas. É responsabilidade de todos os agentes envolvidos, tanto privados (proprietários, síndicos, administradores, gerentes, etc) como públicos (Prefeitura, Corpo de Bombeiros, Defesa Civil e CREA), estarem atentos para as mensagens patológicas produzidas pelas construções.

Os municípios precisam estar devidamente preparados e equipados para atuarem em um ambiente que tenha experimentado um acidente estrutural. A Defesa Civil dos municípios deve contar no seu corpo de voluntariados com profissionais especializados nas mais diversas áreas, devidamente treinados, equipados e disponíveis para colaboração em situações de emergência. Dessa maneira, é possível preservar não só a vida, mas também evidências que possam explicar o sinistro.

Finalmente, a manutenção de provas perecíveis são essenciais para que se possa aprender com os erros e para que os códigos normativos sejam melhorados. Como sugestões, oriundas da experiência acumulada nas investigações das ruínas apresentadas, recomenda-se por exemplo a obrigatoriedade de armaduras positivas em estruturas em balanço objetivando evitar o colapso frágil, bem como, a especificação de bitolas negativas com diâmetros mínimos, da mesma maneira que a NBR 6118 (2003) já faz para os pilares. Adicionalmente, recomenda-se que as prefeituras passem a exigir quando da aprovação dos projetos, um plano detalhado de escavação de solos de edifícios, de maneira que se crie uma maior consciência quanto a necessidade da existência de projetos complementares e planos de execução bem fundamentados.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. J. S.; SOUZA, R. A.; UEZI, K. R.. **“Reconstrução das Sacadas Ruídas em um Edifício Residencial em Maringá-PR”**. In: 5º Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas, CIMPAR2009, Curitiba-PR, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONSULTORIA E ENGENHARIA ESTRUTURAL. **“Check List para Vistoria de Edificações em Concreto Armado”**, Recife, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **“NBR 13752: Perícias de Engenharia na Construção Civil”**, Rio de Janeiro, 1998.
- _____. **“NBR 14037: Manual de Operações, Uso e Manutenção das Edificações – Conteúdo e Recomendações para Elaboração e Apresentação”**, Rio de Janeiro, 1998.
- _____. **“NBR 5674: Manutenção de Edificações – Procedimentos”**, Rio de Janeiro, 1999.
- CUNHA, A. J. P.; LIMA, N. A.; SOUZA, V. C. M.. **“Acidentes Estruturais na Construção Civil – Volume I”**. Editora Pini, São Paulo, 1996.
- CUNHA, J. C.. **“Palace II – A Implosão Velada da Engenharia”**. Editora Autêntica, Belo Horizonte, 1998.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS EM ENGENHARIA. **“Inspeção Predial – IBAPE/SP”**, São Paulo, 2004.
- MEDEIROS, M. H. F. ; GROCHOSKI, M.. **“Marquises: Por Que Algumas Caem?”**. Revista Concreto, v. 46, p. 95-103, São Paulo, 2007.
- PERAZA, D. B.. **“First Steps After a Failure”**. In: SEI Structures Congress, American Society of Civil Engineers, New York, NY, April, 2005.
- PELACANI, V. L.. **“O Perito Judicial e o Assistente Técnico”**. JM Editora, Curitiba, 2003.
- SOUZA, R. A.. **“Ruínas Recentes de Edifícios no Brasil”**. In: II Encontro Tecnológico da Engenharia Civil e Arquitetura de Maringá, Maringá-PR, 2001.
- SOUZA, R. A.; CORDOVIL, F. A. B.. **“Proposta de Check-List para a Inspeção de Marquises em Concreto Armado”**. In: IV Encontro Tecnológico da Engenharia Civil e Arquitetura de Maringá, Maringá-PR, 2007.
- SOUZA, R. A.; ARAÚJO, M. J. S.; LOPES, C. A. C.; REFUNDINI, T. M.. **“Investigação do Colapso em Cadeia das Sacadas de Um Edifício Residencial em Maringá-PR”**. In: 51º Congresso Brasileiro do Concreto, Curitiba-PR, 2009.