



Parecer Técnico de Análise das Causas do Desabamento do Ed. Coroa do Meio RESUMO¹

1 OBJETIVO / FINALIDADE / INTERESSADO

O Parecer Técnico tem por objetivo identificar as causas do desabamento do edifício aqui chamado de Edifício Coroa do Meio².

A sua finalidade é servir de elemento técnico para instrução do inquérito policial, e contribuir para que acidentes desse tipo não mais se repitam.

O interessado nesse trabalho é o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Sergipe CREA-SE, ora representado pelo seu Presidente, engenheiro civil Jorge Roberto Silveira.

2 PRINCÍPIOS E RESSALVAS

O presente parecer foi realizado considerando os estudos desenvolvidos pela Comissão de Peritos, nas seguintes situações:

1. Análise do projeto estrutural, para a situação original, que corresponde à concepção oficial do projeto arquitetônico, como seja, para uma edificação com o térreo em pilotis, possuindo três lajes de piso mais uma laje de cobertura e,

2. Análise da estrutura do edifício considerando as seguintes alterações:

¹ Este RESUMO é parte integrante indissociável do Parecer Técnico apresentado ao CREA-SE

² Uma vez que o edifício sinistrado ainda não havia recebido um nome de identificação, para efeito deste parecer foi adotada a denominação Ed. Coroa do Meio.



- Adoção das cargas com valores recalculados e corrigidos, levando em consideração inclusive as espessuras efetivas dos revestimentos executadas na obra;
- Execução de mais um pavimento-tipo;
- Substituição das lajes maciças por lajes pré-moldadas;
- Alteração em planta da posição do reservatório superior;
- Execução de concreto com resistência característica inferior à especificada em projeto.

Além do exposto, foram feitas no parecer as seguintes ressalvas:

- Toda a documentação apresentada à Comissão de Peritos foi tida como boa, firme, e válida;
- Os desenhos dos projetos estrutural e de fundações foram fornecidos pelo seu autor à Comissão de Peritos em meio eletrônico, entretanto, não foram fornecidas as respectivas memórias de cálculo;
- O cotejamento dos arquivos fornecidos com os projetos efetivamente utilizados na obra foi feito por membro da Comissão de Peritos junto ao delegado presidente do inquérito;
- A Comissão de Peritos não teve acesso às camadas mais baixas dos escombros, inclusive fundações, visto que até a data de conclusão deste parecer não havia sido feita a remoção dos entulhos pela proprietária da obra, apesar de ter sido feita comunicação formal pela comissão;
- Pela importância e representatividade, os elementos estruturais mais profundamente analisados foram as vigas V27 e V37, e os pilares P7 e P8.

3 METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia utilizada, e que permitiu à Comissão de Peritos chegar às conclusões expressas nesse parecer compreendeu os seguintes procedimentos:

- a. Visita ao local do sinistro para observação de detalhes que pudessem contribuir para a elucidação do acidente, tais como distribuição dos escombros, características dos fragmentos, estado dos elementos estruturais e outros;
- b. Análise do solo de fundação a partir de sondagens que foram contratadas a pedido da Comissão de Peritos, face à inexistência de sondagem do terreno da obra;
- c. Análise do aço empregado por meio de ensaio de resistência à tração;



- d. Obtenção de outros dados de resistência por meio de ensaios esclerométricos;
- e. Análise das resistências dos concretos existentes nas peças do edifício, por meio da retirada de testemunhos;
- f. Análise dos projetos de fundações e estrutural para verificação do dimensionamento nas situações original e na situação final de obra (*as built*);
- g. Estabelecimento de conclusões e elaboração de Parecer.

4 LEVANTAMENTOS E ENSAIOS DE CAMPO E DE LABORATÓRIO - ANÁLISE

Para subsidiar a Comissão foram providenciados os seguintes estudos:

- 4.1 Levantamento planialtimétrico (mapeamento) da superfície dos escombros
- 4.2 Relatório de sondagens à percussão
- 4.3 Relatório das resistências dos concretos da obra obtidas numa primeira aproximação, por esclerometria
- 4.4 Relatório das resistências dos concretos obtidas por rompimento de corpos de prova em testemunhos extraídos em elementos estruturais no local
- 4.5 Ensaio de tração em barras de aço

5 HIPÓTESES QUANTO AO ACIDENTE

Neste parecer foram estudadas as hipóteses de erro no cálculo estrutural (inclusive fundações), de falhas no processo construtivo, e de utilização de materiais de características técnicas inadequadas.

Não foram consideradas as hipóteses de manutenção inadequada, face à obra se encontrar em fase de conclusão, nem a ocorrência de fatores exógenos visto não haver qualquer relato de tais acontecimentos nos dias que antecederam o sinistro.



6 CONCLUSÕES

Pôde-se concluir que o desabamento do Ed. Coroa do Meio ocorreu devido a uma associação de erros de projeto e de execução, conforme indicado a seguir e detalhado no parecer.

6.1 Erros de projeto (dimensionamento de fundações e estrutura de concreto armado)

6.1.1 Fundações

- O projeto foi desenvolvido sem que tenham sido feitas sondagens no terreno;
- O carregamento indicado na planta de locação e cargas original está subestimado;
- A estimativa de recalques efetuada aponta para a ocorrência de recalques acima dos limites toleráveis;
- Do ponto de vista da capacidade de carga geotécnica os fatores de segurança estabelecidos por norma não foram atendidos.

6.1.2 Estrutura de concreto armado – Viga

- Insuficiência de armadura para combate aos momentos fletores em todas as seções transversais onde se situam os esforços máximos, muito embora tenham atendido aos esforços provocados pelas forças cortantes.
- Não apresentaram capacidade resistente suficiente, mesmo sem a aplicação dos coeficientes de segurança das ações e dos materiais.

6.1.3 Estrutura de concreto armado – Pilares

Verificadas resistências incompatíveis com as solicitações atuantes, tanto na versão original do projeto, quanto nas condições em que a obra foi executada.



6.1.4 Estrutura de concreto armado - Critério e qualidade da apresentação e detalhamento do projeto estrutural

Foram observadas deficiências na apresentação do projeto da estrutura que podem levar ao cometimento de erros na execução, dentre as quais se destacam:

- i) insuficiência de apresentação de cotas em planta, forçando os profissionais executores da obra a procederem cálculos para obtenção das distâncias entre as peças da estrutura;
- ii) estabelecimento de vigas de suporte com altura inferior à das vigas que são apoiadas, propiciando uma condição desfavorável de funcionamento da estrutura;
- iii) apoio de vigas de seção superior à do pilar que a apoia, gerando dificuldade de execução da forma;
- iv) falta de clareza quanto à resistência característica do concreto que deveria ser aplicado na obra para atender à segurança da edificação. Observe-se que, mesmo utilizando-se no cálculo a resistência indicada nos desenhos 02/12, 04/12, 06/12, 08/12 e 10/12 como sendo de 50 MPa, algumas seções de vigas ainda assim, não apresentariam resistência suficiente aos esforços atuantes. Entende-se ser inadequada a especificação de concretos com tão elevada resistência (50MPa) para uma obra desse porte, e nas condições em que foi executada, pois a mesma não dispunha de recursos técnicos suficientes para efetuar a dosagem e o controle requeridos.

6.2 Erros na execução da obra

- Falta de atuação regular de engenheiro e de mestre de obras, ainda que se tomem como verdadeiras as afirmações contidas nos depoimentos de que "... o citado engenheiro ia de vez em quando na obra"³.
- Concreto produzido na obra sem elaboração de traço específico, com quantidades de materiais medidas em carros de mão, sem medição do abatimento por meio de slump-test antes do lançamento nas formas e sem retirada de corpos de prova para aferição da resistência mecânica, contrariando frontalmente a norma *NBR 14931/2014 – Execução de estruturas de concreto – procedimento*. Tal prática levou à produção de concretos heterogêneos, de baixa resistência e, conseqüentemente, de baixa qualidade.
- Excessiva espessura de revestimentos de paredes de fachada e de lajes de piso, impondo à estrutura uma sobrecarga não prevista.

³ Depoimento do Sr. Luzinaldo Tadeu do Nascimento



- Acréscimo de mais um pavimento-tipo à edificação, sem que tenha sido feito um novo projeto tanto de arquitetura (para aprovação pela EMURB) quanto estrutural e de fundações, já que esse acréscimo implicou numa majoração de cargas.
- Substituição das lajes maciças inicialmente projetadas por lajes nervuradas sem análise formal pelo projetista, visto que tal mudança traz implicações não só nas cargas atuantes como também na rigidez da estrutura.

6.2.1 Estrutura de concreto armado - Lajes

Seção da armadura usada na construção insuficiente para a situação real (laje pré-moldada)

6.2.2 Alteração de posição do reservatório elevado

Modificação da posição do reservatório de água superior, inicialmente projetado pelo arquiteto para ser localizado no vértice nordeste da edificação, posteriormente deslocado para o interior da edificação na sua porção leste (sobre os pilares P2, P3, P6 e P7), e finalmente executado no centro da edificação sobre os pilares P6, P7, P10 e P11.

6.3 Mecanismo do colapso

Considerando-se as análises feitas pôde-se concluir que a ruptura da edificação teve início por um dos pilares P7 ou P8, desencadeando o colapso progressivo.

7 RECOMENDAÇÕES

Visando cumprir com um dos objetivos deste parecer, qual seja o de contribuir para a não ocorrência de acidentes dessa natureza, fazem-se aqui as seguintes recomendações:



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO ESTADO DE SERGIPE - CREA/SE

Fiscalização em defesa da sociedade

- Adoção da prática de Avaliação da Conformidade do Projeto⁴, conforme indicado no item 5.3 da norma *NBR 6118:2014 – Projeto de estruturas de concreto – procedimento*;
- Produção do Manual de utilização, inspeção e manutenção conforme indicado no capítulo 25 da *NBR 6118:2014 – Projeto de estruturas de concreto – procedimento*;
- Obrigação da adoção do Diário de Obras como instrumento de registro das atividades desenvolvidas, das decisões tomadas durante o decorrer da obra, inclusive como instrumento de controle da presença do responsável técnico na obra;
- Registro oficial do Diário de Obras no CREA;
- Intensificação da atuação do órgão fiscalizador, com vistas à coibição de toda a prática de exercício ilegal da profissão de engenheiro, oferecendo denúncia à justiça, sempre que essa situação for constatada;
- Repensar o papel de todos os agentes envolvidos na indústria da construção civil, tais como agentes financeiros, empresas imobiliárias, construtoras, incorporadoras, companhias de seguro, sindicatos, conselhos, universidades, dentre outros, de modo a aumentar o grau de segurança das edificações durante não só a sua execução, mas também durante sua vida útil;

Finalmente, é necessário que o sistema CONFEA/CREA repense seu papel como órgão fiscalizador da profissão, atuando de forma mais enfática na defesa do exercício profissional regular, não se limitando à exigência do registro da ART como forma de comprovação efetiva da atuação profissional.

Aracaju-SE, 09 de dezembro de 2014.

Comissão de Peritos

⁴ Trata-se de procedimento previsto em norma que consiste na verificação do projeto por outro profissional igualmente capacitado.