

## **Síntese do Relatório Intermédio sobre a Investigação Complementar e o Estudo do Projecto de Reparação do Edifício Sin Fong Garden”**

**10 de Abril de 2014**

**(Fonte: DSSOPT)**

### **Cinco. Conclusão**

- I. Como resultado dos ensaios realizados nas duas carotagens extraídas do betão, verifica-se que a inferior qualidade do betão está concentrada numa parte do 2º. Andar, pois para além da sua resistência à compressão ser manifestamente mais baixa também o nível da profundidade de carbonatação do betão são no conjunto significativamente diferentes dos ensaios que foram realizados para os outros pisos.
- II. Influência das vibrações causadas pelos bate-estacas das estacas de pranchas de aço e das estacas das fundações do edifício no estaleiro adjacente.
  1. No edifício “Sin Fong Garden” apenas parte dos pilares do 2º. Andar se encontram danificados ou seja, não se verificaram danos nos restantes elementos estruturais. Quanto às outras partes danificadas, são na sua generalidade paredes divisórias e paredes exteriores que não desempenham funções estruturais. É óbvio que a execução das obras do 2º andar foi diferente da execução das obras das outras partes, pelo que, o aparecimento de fissuras nas paredes verificou-se principalmente em paredes não resistentes, ou seja, não atingindo nem vigas nem pilares. Caso contrário as vigas e os pilares do 1º andar e do rés-do-chão que sustentam uma maior carga em comparação com as vigas e pilares do 2º andar deviam ter sofrido maiores danos.
  2. Face à hipótese das estacas das fundações das obras vizinhas terem possivelmente afectado as fundações do edifício “Sin Fong Garden”, procedeu-se a uma análise comparativa, com e sem a capacidade de reacção do solo sob as vigas e maços de fundações. Verificou-se então que, estando o edifício assente em estacas, a resistência corresponde ao que é exigido.
  3. Durante a análise da estrutura, consideraram-se duas possibilidades, uma devido

ao assentamento das estacas das fundações na parte inferior do pilar P9 e outra devido ao assentamento das estacas das fundações na parte inferior do pilar P17 que fica adjacente ao pilar P9. De acordo com os respectivos resultados, quando as estacas das fundações do pilar P9 assentaram 2 cm, a força axial do pilar P9 do 2º andar diminuiu, ou seja, foi aliviada a carga do pilar P9, o que não causou prejuízos resultantes do aumento da força axial do pilar, e quando as estacas das fundações do pilar P17 assentaram 2 cm, isso causou um aumento da força axial do pilar P9, sendo esse aumento de apenas 16%, o que também não causou prejuízos ao pilar P9. Mais ainda, não se verificou *in loco* quaisquer indícios fortes de assentamento. Além disso, considerando os factores de segurança = 3 para aferir o coeficiente de tensão das estacas das fundações, o coeficiente máximo de tensão é de 1.06, por isso, pode-se excluir a possibilidade que o assentamento das estacas das fundações tenha causado prejuízos no pilar P9.

- III. Além da acção vertical, um dos factores que poderia ter causado o acidente seria a acção dos ventos. De acordo com a análise da estrutura acima referida, a acção dos ventos fez com que a carga axial e o momento flector no eixo dos pilares tenham certamente aumentado, sendo que os valores deste incremento variável de acordo com a localização dos pilares. O pilar P9 é um pilar exterior que está mais sujeito às forças horizontais dos ventos, esta acção fez com que a carga no eixo dos pilares do segundo andar tenha aumentado. Conforme a análise das normas de concepção sobre a acção do vento, verifica-se que o impacto da acção dos ventos aumentou após a demolição do Edifício Industrial Pak Tai com o incremento da área que ficou exposta ao vento. Para além disso, antigamente o referido edifício industrial proporcionava ao Edifício Sin Fong Garden um suporte lateral. Após a demolição do mesmo, a respectiva construção perdeu o suporte respectivo. Note-se que após a demolição do edifício industrial, a carga do eixo do pilar P9 do segundo andar registou um aumento de 38tf (antes da demolição do referido edifício o valor era de 586tf e depois da demolição o era de 623,5tf), sendo essa diferença bastante pouca, de apenas 6,5%. Em adição, mesmo que em Macau hajam sempre tufões, de acordo com os registos (anexo 1), a velocidade do vento dos mesmos nos últimos 20 anos ficou significativamente aquém dos requisitos estipulados nas normas de concepção, pelo que, chega-se a um raciocínio da inexistência de uma relação directa entre a danificação do pilar P9 do segundo andar e a acção dos ventos, não havendo também uma relação

directa com a demolição do Edifício Industrial Pak Tai.

- IV. Conforme a medição actual realizada no edifício, o valor do desvio do mesmo é inferior a 1/500, no entanto, essa inclinação não provocou um incremento de carga significativo sobre o eixo dos pilares.
- V. Pelo exposto nos pontos de I a IV, não existe uma relação directa entre a danificação dos pilares do Edifício Sin Fong Garden e as vibrações resultantes das obras do estaleiro vizinho bem como com o eventual assentamento das fundações do edifício causado pela realização das mesmas. Não há também uma relação directa com as diferentes acções dos ventos antes e depois da demolição do Edifício Industrial Pak Tai, atribuindo-se o principal motivo da danificação dos pilares à inferior resistência do betão. De acordo com o resultado da análise da estrutura, a resistência do betão do pilar P9 é muito baixa e a resistência axial diminuiu de 1025,9tf para 283,8tf, correspondendo a essa resistência apenas a 27,7% do valor da sua concepção original. Devido à grande diminuição da resistência axial, o pilar não pôde suportar a carga da superestrutura, causando assim uma danificação no eixo do pilar.

#### **Seis. Descrição da situação actual e propostas para um tratamento ulterior**

- I. Descrição da situação actual
  1. Dando seguimento aos resultados acima referidos, a baixa resistência do betão do edifício foi o principal motivo da danificação do pilar. Mesmo que se procedessem imediatamente a obras de consolidação nas partes danificadas, em termos de resistência da estrutura geral, existe ainda um risco na segurança da construção antes da reparação das referidas danificações.
  2. A ruptura e o encurtamento do pilar P9 do segundo andar provocaram um incremento no momento flector e na força interior das vigas envolventes, no entanto, esse incremento não pode actualmente ser eliminado, continuando a afectar também a segurança estrutural do edifício.
  3. Quanto às fundações, não se verificam actualmente, de acordo com os resultados

da análise, problemas no âmbito da segurança.

4. Sintetizando o conteúdo dos pontos de 1 a 3, antes da reparação dos referidos danos, a segurança do edifício não está garantida, no entanto:
  - i. A baixa resistência dos elementos estruturais danificados e do betão verifica-se só em algumas partes, principalmente nos pilares do segundo andar, não se denotando uma quebra da resistência do betão em geral ou dos elementos estruturais em todo o edifício.
  - ii. O encurtamento do pilar P9 afecta principalmente as vigas estruturais colocadas nas zonas adjacentes, não tendo uma implicação integral com o sistema da estrutura.
  - iii. Dado que o incremento da força interior nos pilares causado pela inclinação é inferior a 2%, a sua influência pode não ser tida em consideração.

Sendo assim, o edifício poderá ser reparado. Após a reparação das respectivas danificações, a resistência da estrutura poderá recuperar a sua capacidade original.

## II. Proposta para o tratamento ulterior

1. Recuperação dos elementos presentemente danificados do edifício. Relativamente aos elementos onde através da análise da estrutura se verificou uma resistência insuficiente, proceder-se-á a um reforço das partes que afectam a segurança integral do edifício. Propõe-se um aumento da resistência dos pilares localizados principalmente nos pisos inferiores através da ampliação da secção transversal dos pilares com estrutura RC, a partir do rés-do-chão e até à parte superior do 4.º andar. A forma de reforço pode ter como referência a planta 6-1, ou seja, as peças desenhadas e escritas relativas à execução das obras de reforço através da ampliação da secção transversal dos pilares com pilares RC.
2. Uma vez que o aumento das cargas dos elementos circundantes provocado pela redução da altura do pilar P9 não poder ser facilmente reduzido, assim sendo, caso tenha sido ultrapassado o valor admissível dos pilares que foram afectados pelo

aumento das cargas, os mesmos devem ser reforçados a fim de suportar esse aumento. No entanto, é quase impossível repor a presente parte do pilar cuja altura diminuiu em relação à posição original, e também há a possibilidade aquando da execução de obras, que se danifique a outra parte da construção, pelo que não é necessário que se execute essa reposição.

3. Devem-se reparar as fissuras existentes de outros elementos do edifício e as resultantes do presente caso, ou seja, a recuperação das estruturas de betão armado, tais como pilares, vigas, lajes, paredes, entre outros, através de injeção de resina epóxi, pelo que a forma de recuperação pode tomar como referência as plantas 6-2 e 6-3. Quanto às partes das paredes de tijolos ligeiramente danificadas, podem ser revestidas novamente por meio de reboco pintado, e para as partes gravemente rachadas e danificadas devem ser demolidas parcialmente e reconstruídas.