

ANÁLISE TEÓRICO-EXPERIMENTAL DE PILARES DE CONCRETO ARMADO SOB FLEXO-COMPRESSÃO RETA

CRUZ, Daniel Cupertino da¹; GOMES, Ronaldo Barros²

Palavras chaves: Pilar, Reforço, Concreto Armado, Excentricidade.

1. INTRODUÇÃO

A execução de um reforço estrutural consiste no aumento da capacidade resistente do elemento a ser reforçado. Esse elemento poderá ser uma viga, uma laje, um pilar, um muro de arrimo ou qualquer outro elemento resistente de uma construção que necessite ter sua capacidade de suporte aumentada. As técnicas e métodos de reabilitação das estruturas de concreto ainda hoje se baseiam em experiências empíricas acumuladas de caráter artesanal. Uma vez que não existem procedimentos, nem diretrizes que orientem o projetista segundo o correto diagnóstico do problema durante a reabilitação de uma peça estrutural. Diante de lacunas e incertezas de conhecimento no campo do reforço estrutural, estabeleceu-se como objetivo principal elaborar subsídios para o estabelecimento de estratégias, métodos e procedimentos de projeto para a reabilitação de pilares de concreto armado sujeitos a flexo-compressão reta.

2. METODOLOGIA

2.1 – Confeccção dos pilares

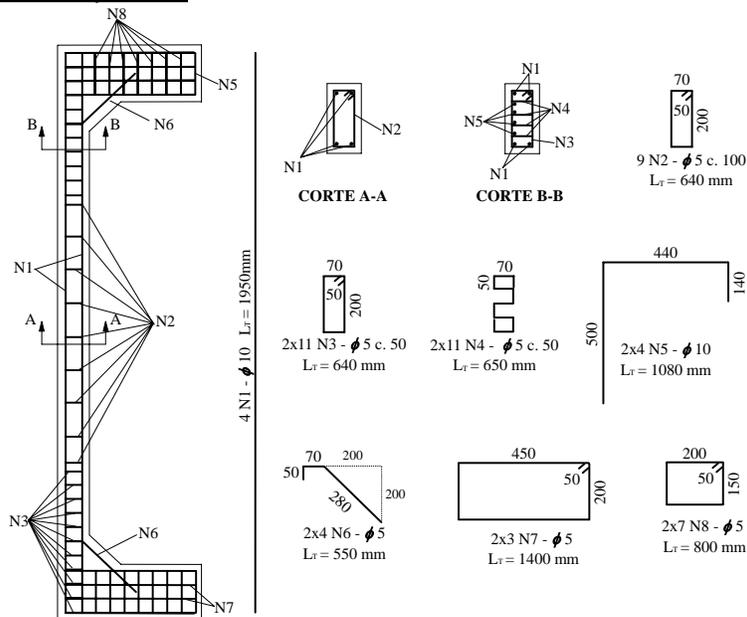


Figura 1: Detalhamento dos pilares

Como mostra a figura 1 (Detalhamento dos pilares) as peças possuíam seção transversal retangular de 120mm x 250mm, com altura total de 2000mm e uma armadura de fretagem nas extremidades, no intuito de resistir à grandes concentrações de tensões nessas regiões e evitar uma possível ruptura localizada da peça. Além desse reforço na armadura, foram construídos dois consolos, um na base e outro no topo, a fim de permitir a aplicação e transmissão de forças excêntricas para o pilar, provocando assim momento fletor na parte central do pilar. A armadura longitudinal de todos os pilares constituiu-se de quatro barras retas nervuradas de diâmetro nominal igual a 10 mm ($A_s = 314 \text{ mm}^2$, $\rho=1,05\%$), já a armadura transversal foi composta por estribos de cinco milímetros, com espaçamento igual a 100 mm, na região central, e 50 mm, próximo das extremidades das peças.

2.2 – Pilares ensaiados

As peças ensaiadas por OMAR (2006) possuíam excentricidades de aplicação de carga de: 60 mm para os pilares originais e para os pilares reforçados nas faces tracionada, com barras longitudinais de $2\phi 10,0$ mm, $2\phi 12,5$ mm, e comprimida, com uma camada de concreto auto-adensável com espessura de 45 mm; 82,5 mm para os pilares reforçados com barras longitudinais de $2\phi 10,0$ mm e $2\phi 12,5$ mm na face tracionada; 42,5 mm para os pilares reforçados com uma camada de concreto auto-adensável de 35 mm de espessura na face comprimida e 32,5 mm para os pilares reforçados com uma camada de concreto auto-adensável de 55 mm de espessura na face comprimida. No estudo feito de modo comparativo ao de Omar (2006) foram ensaiados seis pilares, três com excentricidades de 10 mm, 20 mm e 40 mm que foram chamados de P10, P20 e P40 respectivamente e outros três com excentricidades de 82,5 mm, 100 mm e 120 mm que foram chamados de P82,5, P100 e P120.

2.3 – Esquema de ensaio

A estrutura de reação se baseava em um pórtico metálico ancorado, por meio de tirantes, na laje de reação do Laboratório de Estruturas da Escola de Engenharia Civil da EEC/UFG. O transporte dos modelos foi realizado por meio de uma ponte rolante. O pilar era colocado sobre a base metálica, logo após o modelo era travado e colocado no prumo. Utilizou-se um atuador hidráulico (Yellow Power), com capacidade de 1500 kN para a aplicação da carga, acionado por uma bomba hidráulica de ação manual. Como forma de controle da carga aplicada nas extremidades inferior e superior, tanto para os pilares de originais quanto para alguns reforçados, foram utilizadas células de carga de 500 kN, sendo sua leitura feita por um indicador digital. O esquema de ensaio pode ser observado na figura 2.

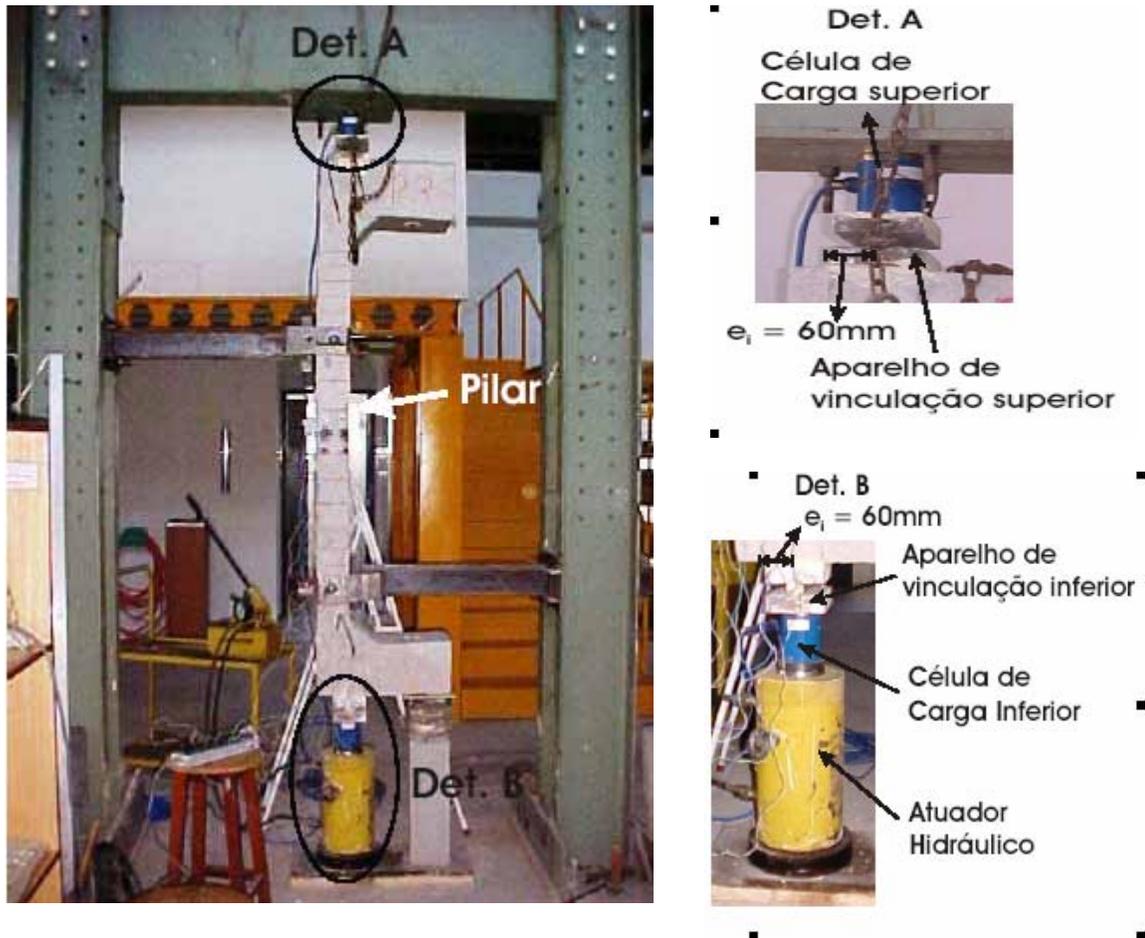


Figura 2: Esquema de ensaio

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Determinação das fissuras

As fissuras foram visualmente marcadas em cada estágio de carregamento, com um pincel atômico. As fissuras, provocadas pela flexão da peça, surgiram inicialmente na face tracionada (face T), aparecendo posteriormente nas faces laterais (face B e D). A formação das fissuras observadas nos pilares foi semelhante, à medida que o carregamento aumentava, fissuras horizontais eram formadas na parte central das peças. Com o acréscimo da força aplicada, estas fissuras aumentavam de comprimento e se prolongavam, chegando até às faces laterais da peça. Os pilares P40, P82,5, P100 e P120, apresentaram respectivamente, a primeira fissura visual com carga de 141 kN, 41 kN, 41 kN e 15 kN.

3.2 – Cargas e modos de ruptura

As cargas de ruptura dos pilares (P10 a P120) foram de 500, 435, 216, 103,4, 84,7 e 61,9 kN, respectivamente. Sendo P10 o pilar que teve maior carga de ruptura e P120 o pilar que teve a menor carga de ruptura. Quatro pilares ensaiados (P10, P82,5, P100 e P120), romperam na região prevista no meio da altura do pilar, de maneira dúctil com escoamento da armadura tracionada e com o esmagamento de concreto. Os pilares P20 e P40 apresentaram modo de ruptura apenas devido ao esmagamento do concreto.

4. CONCLUSÃO

Foi possível verificar a eficiência dos tipos de reforço utilizados nos pilares. Uma vez que a resistência dos pilares reforçada teve um aumento significativo, apresentando uma maior rigidez. Nos pilares reforçados com excentricidade de 82,5 mm foram registrados ganhos de resistência iguais a 2,6 e 2,7 vezes em relação aos pilares originais. Com excentricidade de 40 mm o ganho de resistência do pilar reforçado foi igual a 1,75 vezes a carga última do pilar original. O pilar reforçado com excentricidade de 30 mm apresentou um ganho de resistência igual a 1,55 vezes a carga última do pilar original.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

OMAR, M. Y. M. Análise Experimental de Pilares de Concreto Armado Reforçados com Concreto Auto-Adensável (CAA). 2006. 266 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

ADORNO, A. L. C. *Análise Teórica e Experimental de Pilares em Concreto Simples e Armado sob Flexo-Compressão Reta*. 2004. 423 p. (Tese de Doutorado) - Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

¹Bolsista de Iniciação Científica. Instituto de Engenharia – Laboratório de Estruturas, danielcupertino1@hotmail.com

²Orientador/Instituto de Engenharia/UFG, rbggomes@gmail.com