

# ALTERNATIVAS PARA A REDUÇÃO DO COMPRIMENTO DE TRASPASSE DAS ARMADURAS EM LIGAÇÕES DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO

Victor Manuel Henriquez Motino<sup>1</sup> & Mounir Khalil El Debs<sup>2</sup>

## Resumo

*Na construção de obras de engenharia civil, com elementos de concreto pré-moldado, como os submetidos à flexão como a ligação viga-viga. Neste trabalho se propõe um modelo que simule aproximadamente esse comportamento, que permita realizar a maior quantidade de ensaios experimentais em menor tempo. O modelo proposto consiste de um bloco de concreto com barras retas nervuradas emendadas por traspasse, solicitadas à tração direta. Serão analisadas alternativas diferentes: diâmetros de barras, comprimentos de traspasse, teores de fibras de aço, resistências de concretos e barras com cabeça. A finalidade principal do trabalho é estudar as combinações que permitam obter os mínimos comprimentos de traspasse, garantindo uma eficiente transferência de tensões aço-concreto. Simultaneamente se estudará a modelagem numérica com elementos finitos, com o software Fx+Diana. Com a calibragem dos modelos numéricos será possível prever a transferência de tensões aço-concreto de alternativas não ensaiadas experimentalmente.*

*Palavras-chave: Comprimento de traspasse. Fibras de aço. Concreto pré-moldado. Barras com cabeça*

# ALTERNATIVES TO A REDUCTION IN LENGTH OF ARMOUR IN CROSSOVER CONNECTIONS CONCRETE PRE-CAST

## Abstract

*In the construction of civil engineering, elements with precast concrete as submitted to bending as the link beam-beam. This paper proposes a model that approximately simulates this behavior, one that can be the greatest amount of experimental tests in less time. The proposed model consists of a concrete block with straight bars ribbed amended by lap splice, requested to direct tensile. Will be analyzing different alternatives: bar diameters, lengths lap splices, content of steel fibers, strength concretes and bars with head. The main purpose is to study the combinations that achieve the minimum lengths of lap splices, ensuring efficient transference of stresses steel-concrete. Simultaneously is studied the numerical modeling with finite element software with the Fx+Diana. With the calibration of numerical models can be expected to transfer stress steel-concrete alternatives untested experimentally.*

*Keyword: Length lap splice. Steel fibers. Precast concrete. Bars with head.*

Linha de Pesquisa: Estruturas de Concreto e de Alvenaria

<sup>1</sup> Doutorando em Engenharia de Estruturas - EESC-USP, vmhenriquez@usp.br

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Engenharia de Estruturas da EESC-USP, mkdebs@sc.usp.br



## 1 INTRODUÇÃO

Com a utilização cada vez mais frequente da construção com elementos de concreto pré-moldado, devido à redução de mão de obra, uso racional dos materiais, melhor controle da qualidade de obra e maior rapidez nos processos construtivos surgem à necessidade de estudar diferentes alternativas para melhorar a transferência de esforços entre os elementos ligados.

As emendas atuam em regiões onde a transferência de esforços entre as barras e o concreto ocorre devido à aderência entre o aço e o concreto que a envolve que é das principais responsáveis pela capacidade resistente do concreto armado. A capacidade de transferir tensões de tração ou compressão na interfase entre os elementos sem que haja separação depende basicamente da resistência do concreto e das características das barras das armaduras, como ser da conformação superficial e diâmetro das barras.

O objetivo principal do trabalho é estudar varias alternativas que permitam uma eficiente transferência de tensões das barras ao concreto, para o logro dessa finalidade se estudaram varias alternativas como: diâmetros de barras de 12.5, 16 e 20 mm, concretos com resistências de 30, 45 e 60 MPa, fibras de aço de 35 mm e 13 mm de comprimentos com teores de 0, 1 e 2%, comprimentos de traspasse de barras de  $2\phi$ ,  $3.5\phi$  e  $5\phi$  sendo  $\phi$  o diâmetro das barras e outra consideração de análise é cabeça na extremidade das barras.

Para os ensaios experimentais a proposta é a construção de um modelo prismático de concreto, com barras emendadas por traspasse para determinar mediante ensaios a tração direta nas barras a aderência das mesmas ao concreto, a proposta do modelo foi baseado no trabalho de LAGIER et al 2012. Todos os ensaios serão feitos no laboratório do departamento de estruturas da EESC-USP.

É conhecido que as fibras melhoram as condições da aderência do concreto após a fissuração, neste trabalho se utilizaram fibras de aço (longas e curtas) para melhorar as características de aderência das barras, baseado nos trabalhos de CHAO et al 2009, FERREIRA et al 2007 e no trabalho em barras com cabeça nas extremidades de YAMADA et al 2001.

## 2 METODOLOGIA

A metodologia para a realização do trabalho consiste basicamente de uma parte teórica e outra experimental. Na parte experimental se realizaram uma serie de ensaios no laboratório dos modelos propostos (ver Figura 1), será também feita a simulação numérica com o software Fx+Diana.

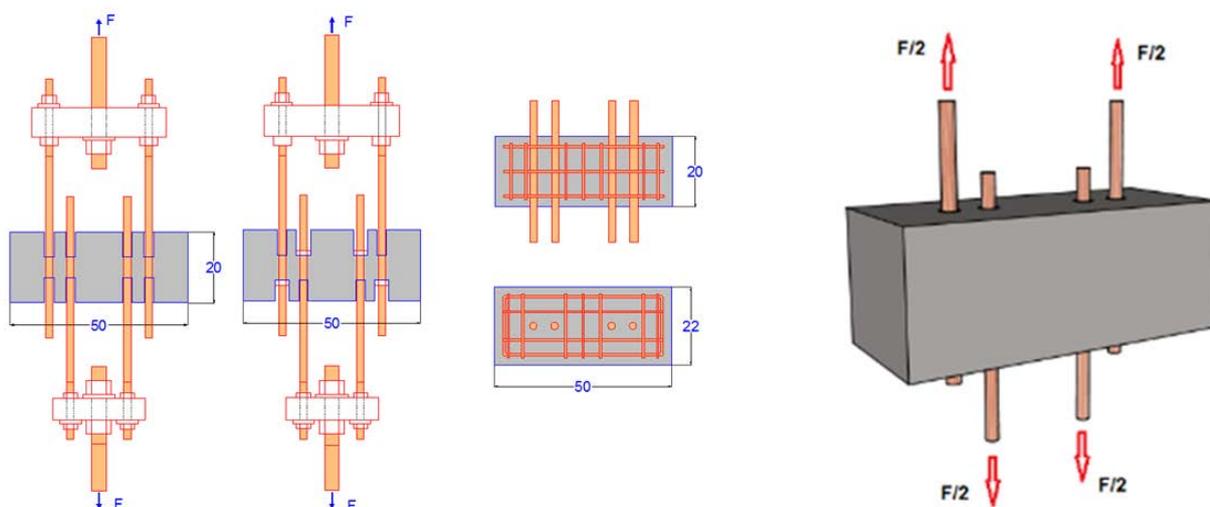


Figura 1- Tipo de modelos para os ensaios experimentais.

### 3 DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do trabalho experimental consiste na verificação dos traços de concretos de diferentes resistências, mediante a moldagem e ensaios de corpos de prova. Posteriormente se faz a montagem e concretagem dos modelos, toma de amostras de CP, para determinar as propriedades mecânicas do concreto, como as resistências à compressão, tração e módulo de elasticidade. Os ensaios de caracterização do concreto com fibras com a moldagem dos CP prismáticos para determinação da tenacidade e energia de fratura. Uma vez realizada a caracterização dos materiais se procede à moldagem dos modelos prismáticos de concreto para os ensaios correspondentes.

### 4 RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

Após a conclusão dos ensaios experimentais, esperasse sem duvida uma redução do comprimento de traspasse de barras nas ligações de elementos de concreto pré-moldado.

Apresenta-se a continuação alguns dos resultados obtidos nos ensaios pilotos iniciais (ver Figura 2)

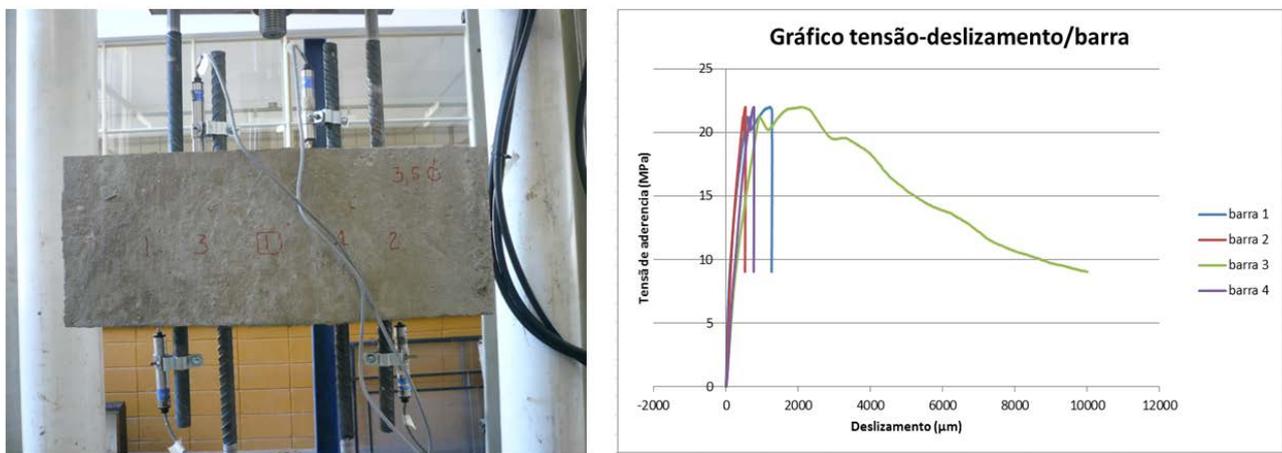


Figura 2 - Modelo prismático de concreto.

A resistência média utilizada do concreto,  $f_{cm} = 60.41$  MPa (7 dias), diâmetro das barras de 20 mm e comprimento de traspasse de  $3.5\phi$ , sendo  $\phi$  o diâmetro da barra, a tensão máxima de aderência obtida por barra foi de 22,00 MPa, valor muito superior ao valor de aderência teórico conforme as NBR 6118, calculado considerando condições de boa aderência que é de 11.29 MPa.

Uma vez concluídos os ensaios experimentais, esperasse ao final a obtenção dos resultados que permitam determinar as melhores soluções para a redução do comprimento de traspasse dos modelos estudados e que sejam aplicáveis aos tipos de emendas previstas de ligações de elementos pré-moldados.

### 5 CONCLUSÕES PARCIAIS

Dos ensaios piloto iniciais testados no laboratório com o modelo proposto, pode-se concluir que as barras vão ter um escorregamento diferenciado, mesmo que a carga aplicada nas barras fosse a mesma, nos ensaios se percebeu que quando uma das barras escorrega, a placas inferior ou superior que fixam as barras e que servem para aplicar as cargas, acompanham o escorregamento da barra que desliza primeiro e as outras se mantem fixas sem deslizamento, entretanto se fazem os corretivos necessários para evitar este problema. Os resultados fornecidos dos ensaios com concreto simples

sem fibras de aço, com traspasses de  $3.5\phi$  e barras de 20 mm foram da ordem de 60% do limite de escoamento das barras nervuradas tipo CA-50.

## 6 AGRADECIMENTOS

A CAPES pela concessão da bolsa de doutorado, a EESC-USP por ter me aceitado novamente para continuar meus estudos e a todas as empresas que tem fornecido em caráter de doação alguns produtos para os ensaios.

## 7 REFERÊNCIAS

CHAO, S-H.; NAAMAN, A. E.; PARRA-MONTESINOS, G. J. Bond behavior of reinforcing bars in tensile strain-hardening fiber-reinforced cement composites, **ACI Structural Journal**, v 106, n 6, p 897-906, November-December 2009.

FERREIRA, L. E. T.; HANAI, J. B.; FERRARI, V. J. **Otimização de concretos híbridos de alta resistência reforçados com fibras de aço**. Anais do 49º Congresso Brasileiro de Concreto, Setembro 2007.

LAGIER, F.; MASSICOTE, B.; CHARRON, J.-P. **Bond splitting strength of lap splice embedded in ultra-high performance fiber reinforced concrete under direct tension**. Bond in Concrete 2012 – General Aspects of Bond. p 351-358, 2012.

YAMADA, M.; SUMI, A.; KIMURA, H.; MIYAUTCHI, Y. **The development of a new lap splice with heads anchor by gas pressure welding for precast beams**, Takenaka Corporation Japan. p 151-156, 2001.