

ESTUDO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO SUBMETIDAS À FLEXÃO COM DIFERENTES COMPRIMENTOS DE TRASPASSE NA ARMADURA PRINCIPAL

João Paulo Bretz Marcon (1), Bruno do Vale Silva (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1)marelo_jp@hotmail.com, (2)dovalesilva@unesc.net

RESUMO

Em estruturas de concreto armado frequentemente é necessário que se façam emendas nas armaduras dos elementos estruturais, seja pela barra de aço não possuir comprimento suficiente (comercialmente vendidas em barras de 12 m) ou para aproveitamento de segmentos de barras. Uma das emendas mais utilizadas nos canteiros de obra, por ser de fácil execução, é a emenda por traspasse. Essa emenda é realizada através da justaposição longitudinal das barras, de maneira que os esforços de tração, a qual o elemento estrutural está submetido, seja transmitido de uma barra para outra, garantindo a resistência necessária ao esforço atuante. Sendo assim, neste estudo, foram ensaiadas vigas de concreto armado, submetidas a esforços de flexão, com diferentes comprimentos de traspasse na armadura principal com o objetivo de reduzir o comprimento de traspasse. Foram ensaiadas seis (6) vigas de concreto armado, divididas em dois (2) grupos (A e B) de três (3) amostras, divididos de acordo com suas condições de traspasse. O grupo A, com traspasse calculado de acordo com a NBR 6118:2014, e o grupo B com traspasse calculado com o valor de tensão de aderência entre o aço e o concreto obtido experimentalmente. Foram analisados a fissuração, deslocamentos verticais, resistência no estado último de utilização ($L/250$) e a resistência até a ruptura da viga. Após os ensaios, os grupos apresentaram características distintas, onde as vigas do grupo B se mostraram 48,25% menos eficientes com relação ao grupo A na carga de ruptura, além de apresentar modo de ruptura por falta de aderência entre o aço e o concreto na região da emenda por traspasse.

Palavras-Chave: Concreto armado, emenda por traspasse, comprimento da emenda por traspasse, tensão de aderência aço-concreto.

1. INTRODUÇÃO

O termo construção civil surgiu numa época onde a engenharia era subdividida em duas: civil e militar. Todo o conhecimento de engenharia militar era destinado apenas aos militares, e de engenharia civil aos demais cidadãos (PUCCINI, 2007). Naquela época, a engenharia civil englobava todas as áreas da engenharia, que com o passar dos anos foi sendo dividida nos vários tipos de engenharia que conhecemos hoje. Sendo assim, o termo construção civil passou a ser utilizado para

a elaboração de obras como casas, edifícios, estradas, fundações, pontes, barragens, etc.

Nos últimos anos, a construção civil teve um crescimento muito expressivo no Brasil, segundo o SINDUSCON-MG (2014) a construção civil cresceu 74,24% nos últimos 20 anos, onde na grande maioria das obras realizadas, são utilizadas estruturas de concreto armado.

O concreto é o material mais utilizado na construção civil, e é uma mistura composta por cimento, agregado miúdo, agregado graúdo e água. Para utilização estrutural o concreto sozinho não é adequado como elemento resistente, pois, enquanto apresenta boa resistência à compressão, pouco resiste à tração (cerca de 1/10 da resistência à compressão), embora este tipo de solicitação quase sempre esteja presente nas estruturas de construções usuais (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2013).

Por conta da sua baixa resistência a tração, veio a necessidade de agregar ao concreto um material que resistisse a essas tensões de tração, sendo mais comum a utilização de barras de aço, colocadas na posição longitudinal na região tracionada.

Em resumo, pode-se definir o concreto armado como “a união do concreto simples e de um material resistente à tração (envolvido pelo concreto) de tal modo que ambos resistam solidariamente aos esforços solicitantes. (BASTOS, 2006)

A escolha das barras de aço que irão compor as armaduras do elemento estrutural, é determinada através de cálculos, que levam em consideração as cargas atuantes, classe de agressividade do ambiente, deslocamento vertical máximo permitido por norma, resistência à compressão do concreto, tipo de aço a ser utilizado, dentre outros.

Comercialmente, as barras de aço são vendidas com comprimento máximo de doze metros (12 m), sendo necessário recorrer a emendas em elementos estruturais que possuem dimensões superiores as das barras de aço ou até mesmo para aproveitamento das sobras decorrentes do corte de barras de aço utilizadas em outros elementos estruturais. As emendas representam um ponto muito importante na estrutura, visto que se não forem calculadas ou executadas adequadamente, podem tornar-se o ponto fraco da estrutura.

Segundo a NBR 6118:2014, “as emendas podem ser: por traspasse, por luvas com preenchimento metálico, rosqueadas ou prensadas, por solda, e por outros dispositivos devidamente justificados”.

A emenda por traspasse é muito utilizada, por ser de fácil execução e não necessitar de mão-de-obra ou equipamentos especiais para sua execução.

Há limitações quanto a utilização de emendas por traspasse: não são permitidas para barras de bitola superior a 32 mm, nem em tirantes e pendurais (elementos somente tracionados). Recomenda-se, ainda, que em barras tracionadas as emendas cotenham ganchos quando forem lisas e que sejam evitadas em regiões de altos momentos. (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2013)

Quando há necessidade de emendar várias barras, há um limite para a quantidade de emendas na mesma seção. De acordo com a NBR 6118:2014, “consideram-se como na mesma seção transversal as emendas que se superpõe ou cujas extremidades mais próximas estejam afastadas de menos que 20% do comprimento do trecho de traspasse.”

Quando, na região da emenda, as barras possuírem diâmetros diferentes, o cálculo para o comprimento de traspasse deve ser feito pela barra de maior diâmetro.

Moraes (2013), realizou estudos em vigas de concreto armado sem traspasse e com traspasse, calculados de acordo com a NBR 6118:2007, no centro e nos terços do vão da viga, obtendo valores de maior resistência e menores deslocamentos na região do traspasse, comparados aos valores encontrados em vigas sem traspasse. Segundo ele, estes valores podem estar associados ao acréscimo de área de aço na região da emenda.

Assim, este estudo tem como objetivo avaliar experimentalmente seis (6) vigas de concreto armado, divididas em dois (2) grupos com diferentes comprimentos de traspasse (95 cm, calculado de acordo com a NBR 6118:2014, e 21 cm, calculado através da tensão de aderência aço-concreto encontrada experimentalmente). Todas as vigas foram submetidas ao ensaio de flexão a quatro pontos para análise de linha elástica decorrente de carga de serviço, fissuração, determinação da carga até o deslocamento vertical limite de acordo com NBR 6118:2014 e também a carga até a ruptura das vigas, afim de obter um comprimento menor para o traspasse.

Atualmente a construção civil busca uma forma de melhorar a qualidade das obras e ao mesmo tempo o máximo de economia, tanto dos materiais, como

financeiramente. Com esse pensamento, encontrar um comprimento de traspasse menor, mas mantendo suas características de resistência e não deixando de atender as recomendações, traria grandes benefícios, principalmente em obras de grande porte.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o estudo do desempenho de vigas de concreto armado submetidas a esforços de flexão com diferentes comprimentos de traspasse, foram confeccionadas seis (6) vigas com 315 cm de comprimento (vão teórico de 305 cm), com seção transversal de 15 x 25 cm, divididas em grupo de três amostras e três corpos de prova cúbicos (20 cm) para o ensaio de aderência aço-concreto seguindo as recomendações da RILEM RC6:1983, uma norma europeia para ensaio de tensão de aderência aço-concreto.

Para a armadura das vigas, foram utilizadas barras de aço \varnothing 12,5 mm (CA-50) na armadura principal de resistência à flexão e barras de aço \varnothing 5,0 mm (CA-60), utilizadas como porta estribos, sendo as vigas dimensionadas para atuarem no domínio 3.

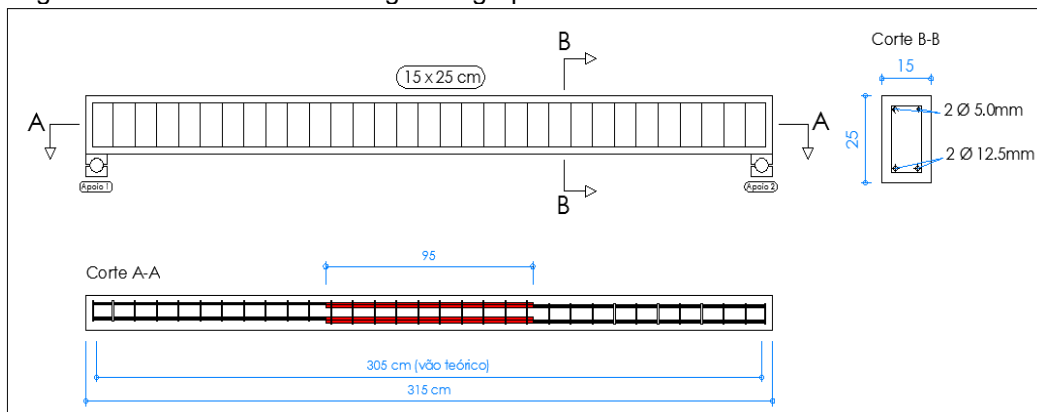
Para o dimensionamento dos estribos, foi utilizado o modelo de cálculo I da NBR 6118:2014, adotando-se ângulo de inclinação das bielas de compressão de 45 graus e ângulo de inclinação dos estribos de 90 graus. Para todas as vigas dos grupos estudados, foram utilizados estribos de \varnothing 5 mm espaçados a cada 10 cm.

Para os traspases foram utilizados os comprimentos de 95 cm, calculado de acordo com a NBR 6118:2014, e de 21 cm, calculado a partir dos resultados obtidos com o valor de tensão de aderência aço-concreto experimental. Em ambos os casos o comprimento de ancoragem foi multiplicado por 2 devido as emendas estarem na mesma seção transversal.

Assim as vigas foram divididas em dois diferentes grupos (A e B) de acordo com os comprimentos de traspasse utilizados, conforme os detalhamentos das Figuras 01 e 02.

Grupo A: três vigas (VA1, VA2 e VA3) com emendas por traspasse de comprimento igual a 95 cm (Figura 01);

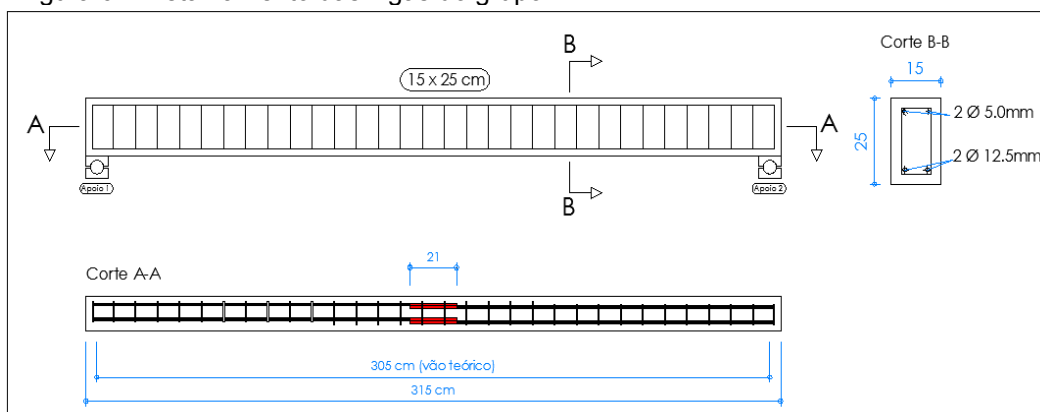
Figura 01: Detalhamento das vigas do grupo A



Fonte: João Paulo Bretz Marcon

Grupo B: três vigas (VB1, VB2 e VB3) com emendas por traspasse de comprimento igual a 21 cm (Figura 02);

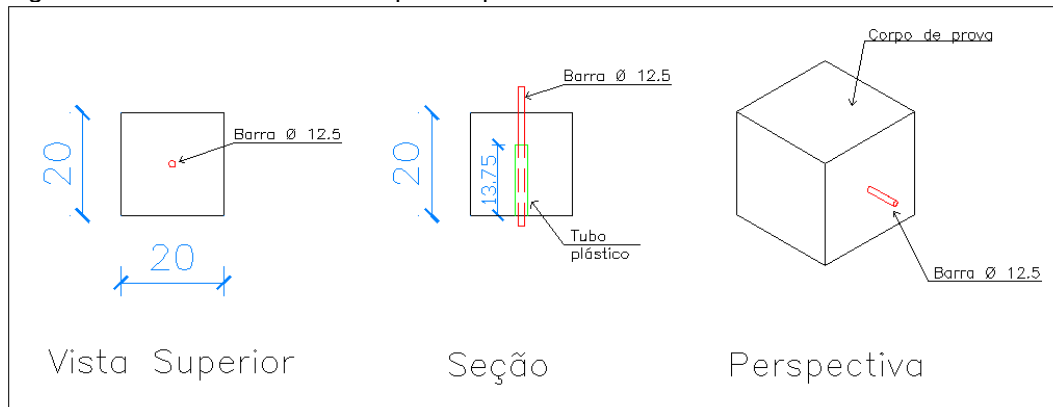
Figura 02: Detalhamento das vigas do grupo B



Fonte: João Paulo Bretz Marcon

Foram confeccionados três corpos de prova (CP1, CP2 e CP3), para avaliar a aderência entre o aço e o concreto, conforme o detalhamento da Figura 03:

Figura 03: Detalhamento dos corpos de prova



Fonte: João Paulo Bretz Marcon

O experimento foi dividido em duas etapas. Num primeiro momento foi analisado o comportamento das vigas do Grupo A quando submetidas a flexão e realizado o ensaio de aderência aço-concreto. No segundo momento, foi calculado um novo valor para o comprimento de traspasse, de acordo com a tensão de aderência obtida no ensaio. Após foram confeccionadas as vigas do grupo B e analisado seu comportamento quando submetidas à flexão.

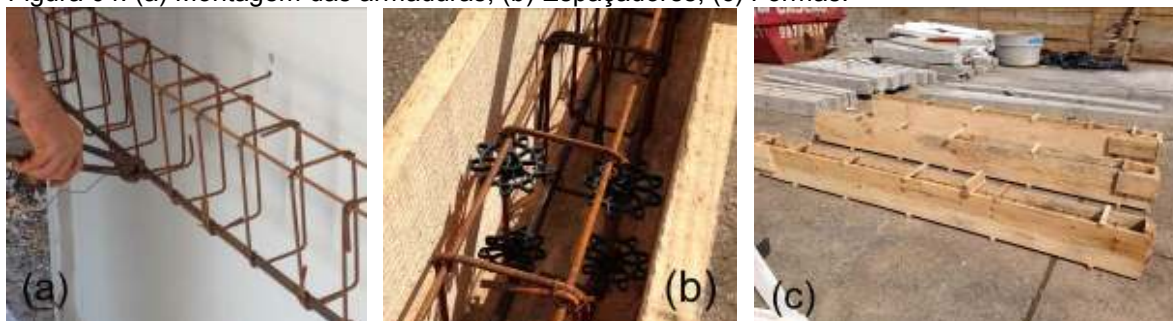
Tendo os cálculos de dimensionamento e detalhamento realizados, foi realizado o corte das barras de aço para a montagem da armadura das vigas do grupo A. a montagem das vigas do grupo B seguiu o mesmo procedimento das vigas do grupo A, que está descrito a seguir. As barras de aço com $\varnothing 5.0$ mm utilizadas como estribos foram dobradas com pinos conforme o especificado na NBR 6118:2014.

A montagem das armaduras foi realizada de acordo com os procedimentos estabelecidos pela NBR 14931:2004. Para a montagem utilizou-se arame recozido número 18, mantendo os espaçamentos entre estribos e entre as barras conforme o detalhamento da viga, como mostra a Figura 04-a.

Após a montagem das armaduras, foram colocados os espaçadores ao longo da viga (Figura 04-b), com o intuito de garantir o correto posicionamento e cobrimento das armaduras. A classe de agressividade adotada foi a Classe II (moderada), que especifica um cobrimento mínimo de 30 mm, conforme a NBR 6118:2014.

Com os espaçadores colocados corretamente, as vigas foram posicionadas dentro de formas de madeira (Figura 04-c) e levadas para o Laboratório Experimental de Estruturas (LEE) da UNESC / iParque, para a concretagem.

Figura 04: (a) Montagem das armaduras; (b) Espaçadores; (c) Formas.



Fonte: João Paulo Bretz Marcon.

Na concretagem, foi utilizado concreto usinado seguindo as recomendações da NBR 6118:2014, no item 7.4, qualidade do concreto de cobrimento. No recebimento do

concreto foram moldados os corpos de prova e realizado o ensaio de abatimento de tronco de cone (*slump test*) conforme descrito na NBR NM 67:1998 (Figura 05).

Figura 05: Ensaio de abatimento (*slump test*).



Fonte: João Paulo Bretz Marcon.

Foram moldados seis (6) corpos de prova cilíndricos de \varnothing 10 cm e altura de 20 cm para cada grupo de amostras (Figura 06), com objetivo de avaliar as propriedades mecânicas do concreto, resistência à compressão axial, resistência à tração por compressão diametral e módulo de elasticidade. A moldagem, cura e estocagem dos corpos de prova seguiram as recomendações da NBR 5738:2003.

Figura 06: Corpos de prova cilíndricos.



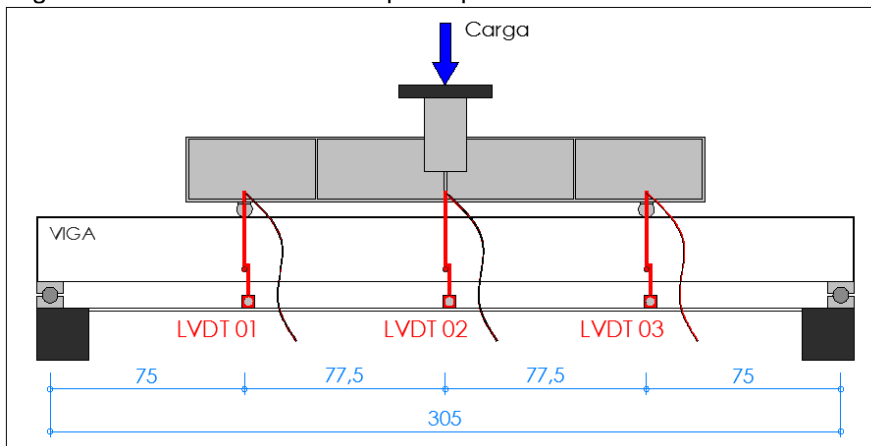
Fonte: João Paulo Bretz Marcon.

Para o adensamento do concreto utilizou-se vibrador de imersão e após a concretagem das vigas, foi realizada a cura com aspersão de água, seguindo as recomendações da NBR 14931:2004.

Aos 14 dias da concretagem, pois não havia tempo hábil para a realização dos ensaios devido as reformas que aconteceram no laboratório, foi realizado o ensaio de flexão a quatro pontos (Figura 07), sendo as vigas carregadas até atingir o deslocamento vertical máximo permitido pela NBR 6118:2014 para a carga de serviço, obtido pela divisão do vão teórico da viga por 250 ($L/250$), resultando num

deslocamento de 1,22 cm. Em seguida as vigas foram carregadas até a carga de ruptura.

Figura 07: Modelo do ensaio a quatro pontos.



Fonte: João Paulo Bretz Marcon.

O ensaio foi realizado em um pórtico metálico com um cilindro hidráulico de capacidade de 500 kN no Laboratório Experimental de Estruturas (LEE) da UNESC. Todas as vigas foram aparelhadas com três transdutores de deslocamento (LVDT) com capacidade de leitura de 100 mm, um posicionado no centro e os outros dois a 77,5 cm do centro do vão teórico, o que permitiu observar o deslocamento máximo da viga, como mostra a Figura 08.

Figura 08: LVDT's posicionados na viga.

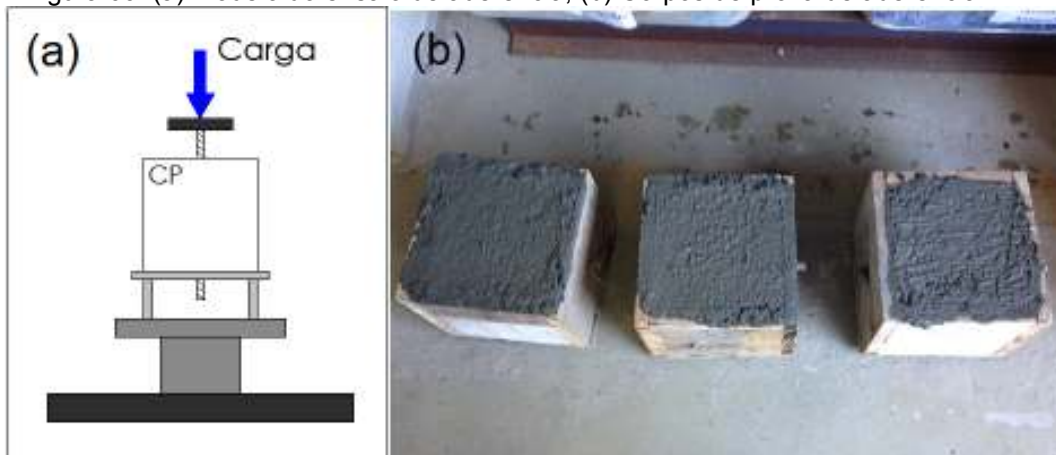


Fonte: João Paulo Bretz Marcon.

Aos 14 dias de concretagem, devido ao mesmo motivo citado anteriormente, foi realizado o ensaio para determinação da tensão de aderência entre o aço e o concreto. O ensaio foi realizado em uma prensa hidráulica com capacidade de 2000

kN, conforme esquema da Figura 09-a, seguindo as recomendações da RILEM RC6:1983.

Figura 09: (a) Modelo do ensaio de aderência; (b) Corpos de prova de aderência.



Fonte: João Paulo Bretz Marcon.

Realizado o ensaio de aderência, e calculado o novo comprimento de traspasse, teve início a montagem das vigas do Grupo B. A montagem e o ensaio das vigas do Grupo B seguem o mesmo procedimento realizados nas vigas Grupo A.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na moldagem das vigas foi utilizado concreto usinado, e foram retirados corpos de prova para determinação das propriedades mecânicas do concreto. Foram realizados o ensaio de resistência à compressão aos 14 dias, data do ensaio das vigas, e ensaio de tração por compressão diametral, cujos resultados obtidos estão listados na Tabela 01. Na Tabela 02 estão listados os resultados obtidos dos carregamentos no ensaio de aderência entre o aço e o concreto.

Tabela 01: Controle tecnológico do concreto

(continua)

Grupo	Amostra	Resistência a Compressão Axial (Mpa) - 14 dias	Tração por compressão diametral (Mpa)
A	1	20,6	2,0
	2	17,0	2,2
	3	20,1	1,9
	Média	19,2	2,0
	Desvio Padrão	1,97	0,1

Tabela 01: Controle tecnológico do concreto

(conclusão)

Grupo	Amostra	Resistência a Compressão Axial (Mpa) - 14 dias	Tração por compressão diametral (Mpa)
B	1	28,7	2,0
	2	27,8	2,3
	3	25,0	2,0
	Média	27,2	2,1
	Desvio Padrão	1,94	0,2

Fonte: João Paulo Bretz Marcon

Tabela 02: Carregamento no ensaio de aderência

Amostra	Força (kN)
1	42,1
2	25,0
3	28,6
Média	31,9
Desvio Padrão	9,01

Fonte: João Paulo Bretz Marcon

Através dos valores listados na Tabela 02, a tensão máxima de aderência entre aço e concreto obtida através da Equação 01 foi de 13 MPa, gerando um novo traspasse obtido através da Equação 02 de comprimento igual a 21 cm, 77,9% menor que o comprimento de traspasse obtido através do cálculo recomendado pela NBR 6118:2014, que é de 95 cm.

Equação 01: Tensão de aderência aço-concreto

$$\tau_b = \frac{F}{\pi \cdot D \cdot L}$$

Onde:

F → Carga (N);

D → Diâmetro da barra de aço (mm);

L → Comprimento da barra em contato com o concreto (mm).

Equação 02: Comprimento de ancoragem necessário

$$l_{b_{nec}} = \left(\alpha_1 \cdot l_b \cdot \frac{A_{s_{cui}}}{A_{s_{eff}}} \right) * 2$$

Onde:

$\alpha_1 \rightarrow 1,0$ (ancoragem sem gancho);

$l_b \rightarrow$ Comprimento de ancoragem (cm), obtido na equação 3;

$A_{scal} \rightarrow$ Área de aço calculada (cm²);

$A_{sef} \rightarrow$ Área de aço efetiva (cm²);

2 \rightarrow Coeficiente utilizado para emendas na mesma seção.

Equação 03: Comprimento de ancoragem

$$l_b = \frac{\phi \cdot f_{yd}}{4 \cdot \tau_b}$$

Onde:

$\phi \rightarrow$ Diâmetro da barra (cm);

$f_{yd} \rightarrow$ Resistência de cálculo ao escoamento do aço (Mpa);

$\tau_b \rightarrow$ Tensão de aderência aço-concreto (Mpa);

Nas Tabelas 03 e 04 são apresentados os valores de carregamentos obtidos no deslocamento vertical máximo permitido pela NBR 6118:2014 e na ruptura das vigas.

Tabela 03: Carregamento no L/250 (kN)

Amostra	Grupo A	Grupo B
1	52,79	-
2	50,42	-
3	46,78	-
Média	50,00	-
Desvio Padrão	3,03	-

Fonte: João Paulo Bretz Marcon

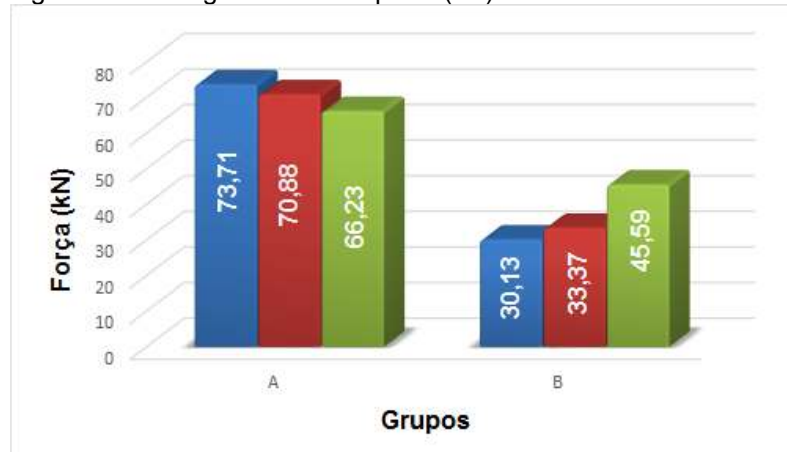
Tabela 04: Carregamento na ruptura (kN)

Amostra	Grupo A	Grupo B
1	73,71	30,13
2	70,88	33,37
3	66,23	45,59
Média	70,27	36,36
Desvio Padrão	3,78	8,15

Fonte: João Paulo Bretz Marcon

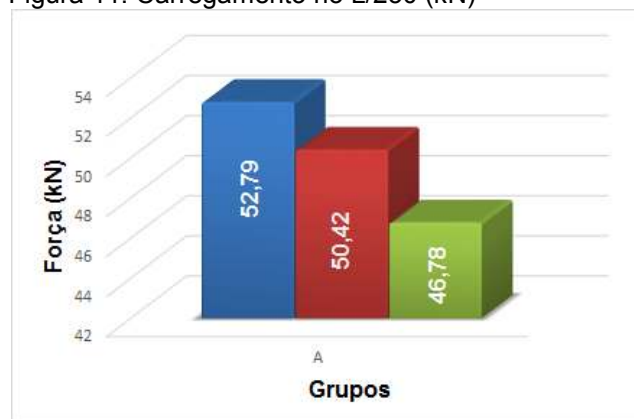
Quanto ao carregamento na ruptura das vigas observa-se que as vigas do grupo B suportaram em média um carregamento 48,25% menor do que os carregamentos suportados pelas vigas do grupo A. Já no carregamento no L/250, as vigas do grupo B chegaram à ruptura antes mesmo de atingir o deslocamento L/250, devido à falta de aderência entre o aço e o concreto na região da emenda por traspasse. As Figuras 10 e 11 ilustram os carregamentos na ruptura e no L/250, respectivamente.

Figura 10: Carregamento na ruptura (kN)



Fonte: João Paulo Bretz Marcon

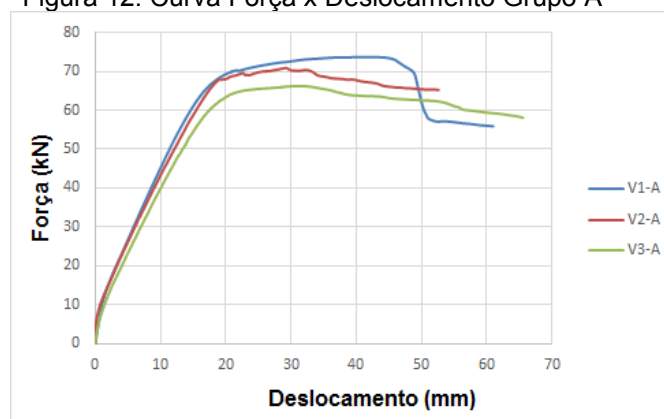
Figura 11: Carregamento no L/250 (kN)



Fonte: João Paulo Bretz Marcon

A seguir apresentam-se os gráficos de Força x Deslocamento (Figuras 12 e 14), onde observa-se comportamentos distintos entre os grupos A e B. Esse fato deve-se ao tipo de ruptura ocorrida em cada um dos grupos.

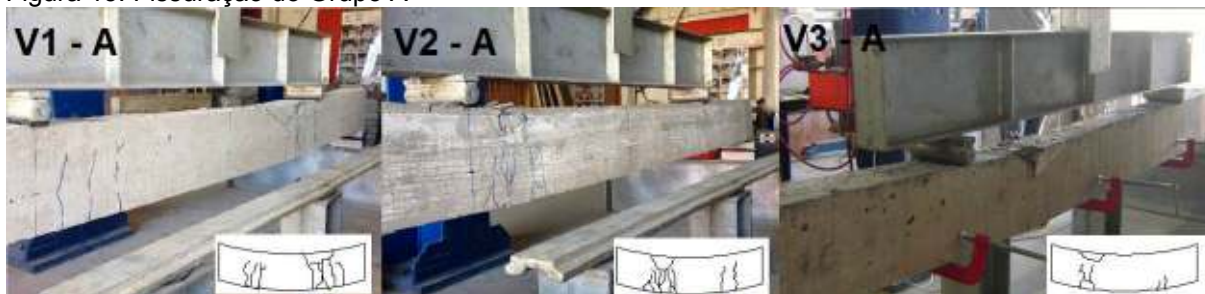
Figura 12: Curva Força x Deslocamento Grupo A



Fonte: João Paulo Bretz Marcon

Após o carregamento das vigas do grupo A ocorreu a abertura de fissuras com a carga de aproximadamente 10 kN, na parte inicial do traspasse, em ambos os lados, como pode ser visto na Figura 13.

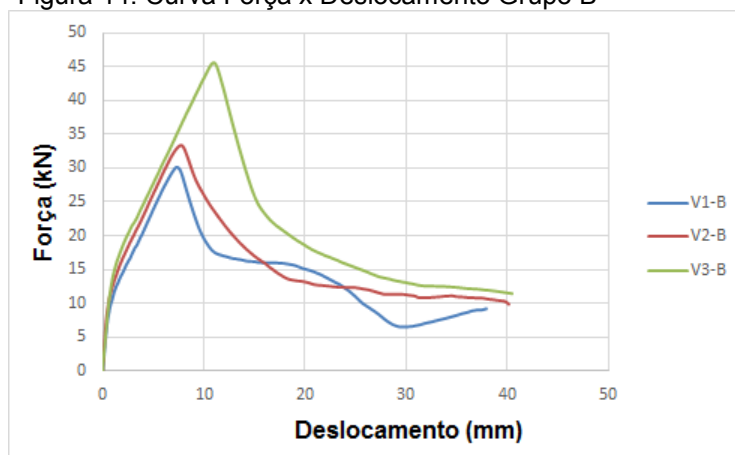
Figura 13: Fissuração do Grupo A



Fonte: João Paulo Bretz Marcon

Já no grupo B, é possível observar que após a abertura das fissuras com a carga aproximadamente 10 kN a viga ainda continua atuando no estágio II de deformação porém antes de atingir o estado limite de utilização ($L/250$) ocorre ruptura brusca por falha de ancoragem da armadura de traspasse.

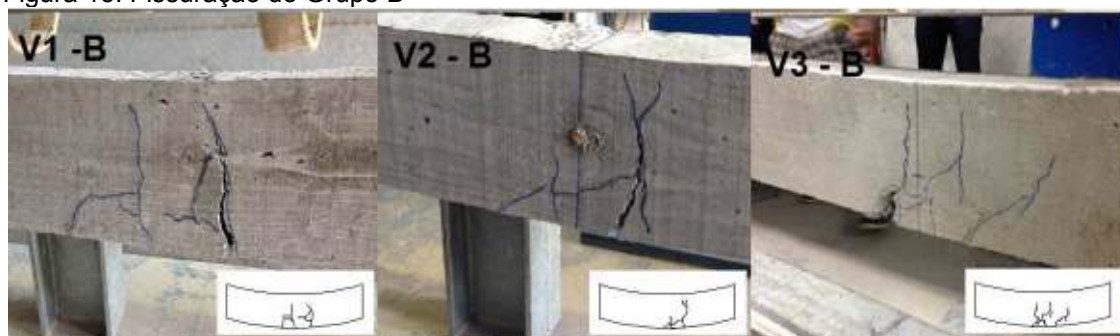
Figura 14: Curva Força x Deslocamento Grupo B



Fonte: João Paulo Bretz Marcon

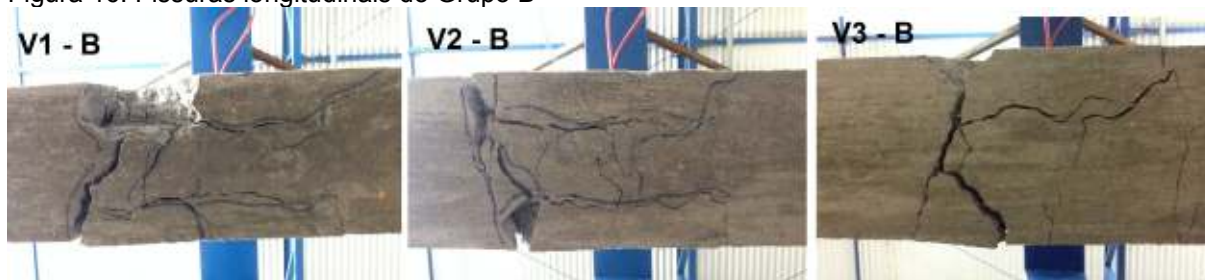
Após o carregamento, houve a abertura de fissuras conforme o grupo A (Figura 15), porém, na parte inferior tivemos o surgimento de fissuras longitudinais (Figura 16), o que caracteriza a ruptura típica pela falta de aderência entre o aço e concreto.

Figura 15: Fissuração do Grupo B



Fonte: João Paulo Bretz Marcon

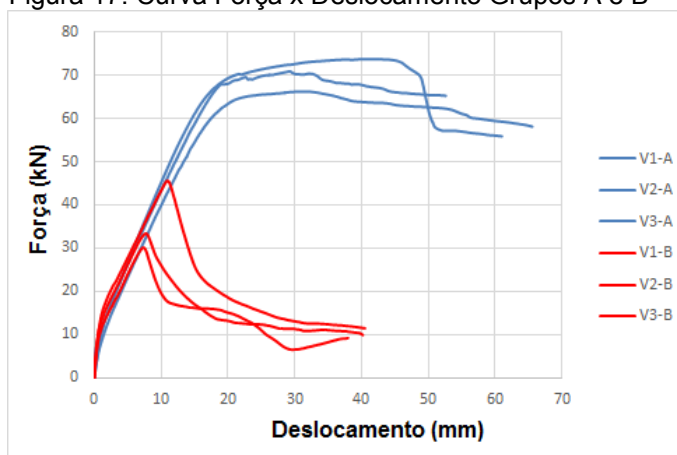
Figura 16: Fissuras longitudinais do Grupo B



Fonte: João Paulo Bretz Marcon

A Figura 17 mostra uma comparação entre os dois grupos, evidenciando o despreendimento das curvas Carga x Deslocamento do grupo B das curvas de referência do grupo A.

Figura 17: Curva Força x Deslocamento Grupos A e B

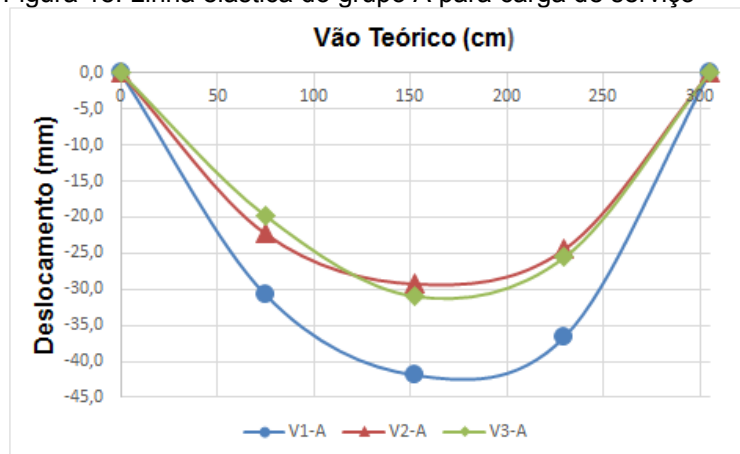


Fonte: João Paulo Bretz Marcon

Com relação ao deslocamento das vigas, medido através dos LVDT's, posicionados no centro e a 57,5 cm do centro do vão teórico, é possível observar que em ambos os grupos (A e B), a tendência do deslocamento foi a mesma, apresentando deslocamentos maiores no centro do vão, o que já era esperado para uma viga de concreto armado quando submetida a este tipo de carregamento. Nas Figuras 18, 19

e 20, tem-se os gráficos da linha elástica onde observa-se os deslocamentos de cada grupo, medidos pelos LVDT's quando submetidos a carga de serviço.

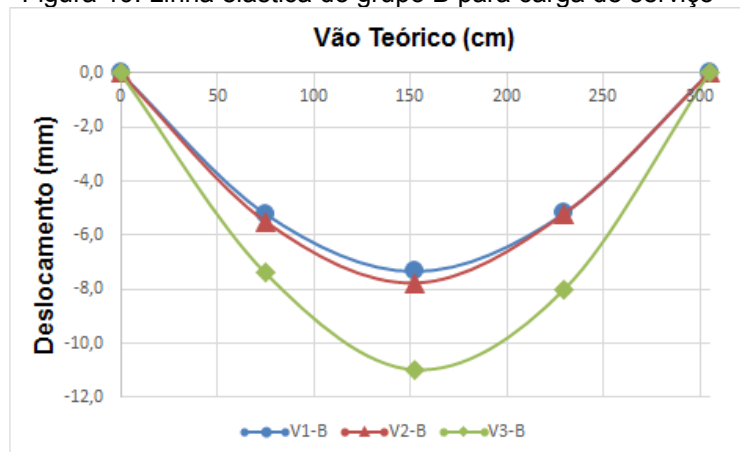
Figura 18: Linha elástica do grupo A para carga de serviço



Fonte: João Paulo Bretz Marcon

Nota-se que no grupo de amostras A, os deslocamentos maiores ocorreram no centro do vão, que conforme mencionado anteriormente, era o esperado para esse tipo de viga quando submetida a esse tipo de carregamento.

Figura 19: Linha elástica do grupo B para carga de serviço

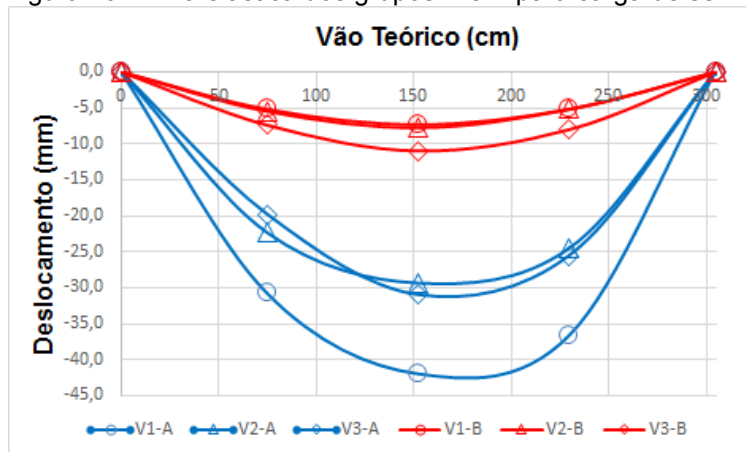


Fonte: João Paulo Bretz Marcon

No grupo de amostras B, os deslocamentos seguiram a mesma tendência dos deslocamentos do grupo A, com deslocamentos maiores no centro de vão. Nota-se que os deslocamentos apresentados no grupo B foram menores que os apresentados no grupo A, devido à falta de aderência entre o aço e o concreto na região da emenda por traspasse, ocasionando a ruptura das vigas antes mesmo que

atingissem a deslocamento máximo permitido por norma ($L/250$), que neste caso é de 12,2 mm.

Figura 20: Linha elástica dos grupos A e B para carga de serviço



Fonte: João Paulo Bretz Marcon

4. CONCLUSÕES

Após a análise experimental dos dois grupos de vigas submetidas ao ensaio de flexão a quatro pontos, foram constatados resultados distintos entre os grupos. As vigas do grupo B, que possuem o traspasse calculado de acordo com a aderência encontrada experimentalmente, mostraram-se menos eficientes com relação as vigas do grupo A, com traspasse calculado de acordo com a NBR 6118:2014. Com relação às cargas aplicadas na ruptura as vigas do grupo B apresentaram valores em média 50% inferiores às do grupo A. Já no estado limite último de utilização ($L/250$) o grupo B chegou a ruptura antes de atingi-lo. Com relação a fissuração, os dois grupos apresentaram tendências semelhantes, com a abertura de fissuras na parte inicial do traspasse em ambos os lados, porém na parte inferior das vigas do grupo B houve a abertura de fissuras na direção longitudinal. Analisando os resultados obtidos, conclui-se que a ruptura das vigas do grupo B deve-se pela falta de aderência na região da emenda por traspasse.

Outro fator importante que deve ser salientado é que o valor de tensão de aderência que a NBR 6118:2014 sugere é conservador porém eficiente, pois garante a ancoragem necessária em uma viga submetida à flexão. Deste modo, sugerir novos valores de tensão de aderência experimentais requerem maiores estudos

principalmente na escolha do ensaio de aderência e na interpretação dos seus resultados.

Sugestões para novos estudos:

- A partir do estudo realizado, encontrar um coeficiente de segurança para o cálculo do traspasse utilizando valores de tensão de aderência experimentais;
- Realizar estudo semelhante utilizando outro modelo de ensaio para obter a tensão de aderência aço-concreto;

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14931: Execução de estruturas de concreto - Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738: concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova**. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739: concreto – ensaio de compressão de corpos de prova cilíndrico**. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto**. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7222: Concreto e argamassa - Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7480: Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado - Especificação**. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR NM 67: Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 1998.

CARVALHO, Roberto Chust; FIGUEIREDO FILHO, Jasson Rodrigues de. **Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado Segundo a NBR 6118:2003**, 3ª. ed. São Carlos: Ed. Edufscar, 2013.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Fundamentos do concreto armado. Estruturas de concreto I.** São Paulo: UNESP, 2006. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/decc/ECC1006/Downloads/FUNDAMENTOS.pdf>> Acesso em: 09 junho 2014.

COMITE EUTO-INTERNATIONAL DU BETON (CEB). **RILEM RC 6: Bond Test for Reinforcement Steel – Pull-out Test** . Switzerland, 1983.

MORAES, Ricardo Januário. **Avaliação Experimental de Vigas de Concreto Armado Submetidas à Flexão com Diferentes Sistemas de Traspasse na Armadura Principal.** 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

PUCCINI, Carlos Teixeira. **Entrevista à Revista Eletrônica de Ciências.** São Carlos, 2007. Disponível em: <http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_38/entrevista.html> Acesso em: 05 dezembro 2014.

AMORIN, Kelly. Construção civil cresceu 74,25% nos últimos 20 anos, revela estudo do SindusCon-MG. **Construção Mercado**, São Paulo. 2007. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/negocios/construcao-civil-cresceu-7425-nos-ultimos-20-anos-revela-estudo-323993-1.aspx>> Acesso em: 05 dezembro 2014.