

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

Alexandre Santos (1), Daiane dos Santos Silva Godinho (2)

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

RESUMO

Emendar barras de aço nas armaduras de estruturas de concreto armado é um procedimento frequente, que ocorre quando há necessidade de vencer vãos maiores do que doze metros (comprimento máximo em que as barras são comercializadas), ou para o aproveitamento de cortes de outras composições. Entre os diferentes tipos de emendas recomendadas pela norma, a mais utilizada na construção civil é a emenda por traspasse, (realizada pela justaposição longitudinal das barras), principalmente pela sua facilidade de execução. Neste estudo foram ensaiadas nove vigas de concreto armado com seção transversal de 15 x 25 cm, e comprimento de 315 cm, submetidas à flexão, com diferentes comprimentos de traspasse, separadas em três grupos: Grupo A, com traspasse de 110 cm (calculado de acordo com a NBR 6118:2014), grupo B, com traspasse de 70 cm (abaixo da norma), e o grupo C, com armaduras montadas utilizando barras contínuas. Foram analisadas a linha elástica, carga de serviço e carga na ruptura, a fim de estabelecer as diferenças da capacidade portante destes três modelos. Os resultados indicam que o grupo com traspasse de 70 cm, valor 36,36 % menor que o indicado pela NBR 6118:2014 para barras com \varnothing 12,5 mm, apresentam resultados altamente eficientes, já que resiste igualmente às solicitações do grupo sem emenda nas barras, e reduz sensivelmente o uso de aço utilizado no grupo com traspasse de norma.

Palavras chave: Concreto armado, vigas de concreto armado, emenda por traspasse.

1 INTRODUÇÃO

O concreto é o material mais utilizado na construção civil. Constituído por uma mistura composta por cimento, agregado miúdo, agregado graúdo e água, está presente no dimensionamento estrutural da maioria das construções. Tem como principal propriedade a alta resistência à compressão. Em contrapartida, apresenta baixa capacidade quanto a esforços de tração, (em concretos convencionais cerca

de 10% da sua resistência à compressão). Essa característica tornou essencial o uso de materiais que aliados a ele formam uma estrutura segura à flexão, tipo de solicitação quase sempre presente nos elementos estruturais usuais. A utilização do aço, material de alta resistência à tração, por meio de barras posicionadas de acordo com as regiões das solicitações a qual estão submetidas e são dimensionadas, constituem a composição dos principais elementos estruturais utilizados na construção civil.

Segundo (CARVALHO; FIGUEIREDO FILHO, 2013), define-se por concreto armado a associação entre concreto simples e armadura convenientemente colocada, de tal modo que ambos resistam solidariamente aos esforços solicitantes. De acordo com (FUSCO, 1995) essa solidariedade impede que haja escorregamento relativo entre a armadura e o concreto que a envolve.

Para o correto dimensionamento dos elementos estruturais de uma edificação são necessários os cálculos das solicitações, conhecimento das características e propriedades dos materiais utilizados, conformidade com as determinações das normas específicas, e levando em consideração a área de aço calculada, a determinação da quantidade de barras a serem utilizadas na composição da armadura do elemento estrutural. Comercialmente essas barras de aço tem comprimento máximo de 12 metros, o que em muitos casos implica na necessidade de utilização de emendas para que se alcance vãos maiores, ou até mesmo para o aproveitamento de cortes realizados na montagem de armaduras de outros elementos estruturais.

Segundo o item 9.5 da NBR 6118:2014 “as emendas podem ser por traspasse, por luvas com preenchimento metálico, rosqueadas ou prensadas, por soldas, ou por outros dispositivos devidamente justificados”.

As emendas por traspasse são as mais utilizadas na construção civil devido a sua facilidade de execução. A NBR 6118:2014 determina um limite para a quantidade de barras emendadas na mesma seção. Segundo a norma “consideram-se como na mesma seção transversal as emendas que se superpõem ou cujas extremidades mais próximas estejam afastadas de menos que 20% do comprimento do trecho do traspasse”.

O objetivo do presente trabalho é analisar experimentalmente o comportamento mecânico de nove vigas de concreto armado com seção transversal de 15 x 25 cm, e comprimento de 315 cm. Foram estudados três modelos de composição: Três vigas com comprimento de traspasse de 110 cm, calculados de acordo com a NBR 6118:2014, três vigas com comprimento de traspasse de 70 cm, número 36,37% menor que o valor determinado pela norma, e três vigas com barras sem emenda (para a verificação comparativa da perda ou não da capacidade portante no traspasse), comparando aos resultados obtidos no estudo de Machado (2015). Todas as vigas foram submetidas a ensaios de flexão a quatro pontos para a determinação da carga para o deslocamento vertical limite, e estudo da linha elástica decorrente da carga de serviço, de acordo com a NBR 6118:2014, além da determinação da carga até a ruptura das vigas, para a análise das diferenças das capacidades às solicitações dos grupos estudados.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do estudo da capacidade portante de vigas de concreto armado submetidas à flexão com diferentes comprimentos de traspasse na armadura principal foram fabricadas nove vigas com 315 cm de comprimento (vão teórico de 305 cm), com seção transversal de 15 x 25 cm, divididas em três grupos, com três amostras para cada grupo.

Para a armadura das vigas foram utilizadas barras de aço com \varnothing 12.5 mm (CA 50) na armadura principal à flexão, e barras de aço com \varnothing 5.0 mm (CA 60) utilizadas como porta estribo. Para o dimensionamento dos estribos, foi utilizado o modelo 1 de cálculo da NBR 6118:2014, com ângulos de inclinação de 90 graus, e bielas de compressão com ângulos de 45 graus. Em todas as vigas estudadas foram adotados estribos com \varnothing 5.0 mm espaçados a cada 10 cm, de acordo com o dimensionamento utilizado por Machado (2015), para efeito comparativo.

Para o traspasse foram utilizados comprimentos de 110 cm, calculados de acordo com a NBR 6118:2014. Os cálculos utilizados seguiram as equações de norma.

Para a determinação da resistência à tração de cálculo, utilizou-se a Equação 01, para o cálculo da tensão de aderência, a Equação 02, para o cálculo do comprimento de ancoragem básico foi utilizada a Equação 03, e o comprimento de ancoragem necessário foi calculado pela Equação 04. Desta forma, o traspasse foi determinado multiplicando o comprimento de ancoragem necessário encontrado por 2, pois as emendas encontram-se na mesma seção transversal. As vigas com traspasse de 70 cm (abaixo da norma) foram determinadas com base nos resultados encontrados no estudo de Machado (2015). Há também um grupo de vigas dimensionadas sem emendas, para a determinação das diferenças de cargas de ruptura entre elementos estruturais compostos por barras traspassadas e barras contínuas.

$$f_{ctd} = \frac{0,3 \cdot 0,7}{1,4} \sqrt[3]{f_{ck}^2}$$

Equação 01

$$f_{bd} = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot f_{ctd}$$

Equação 02

Onde:

n₁ = 2,25 (barra nervurada, CA 50);n₂ = 1,0 (situação de boa aderência);n₃ = 1,0 (para barra Ø 12,5 mm < 32 mm).

$$l_b = \frac{\varnothing \cdot f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}}$$

Equação 03

Onde:

Ø: Diâmetro da barra (mm);

f_{yd}: Resistência de cálculo ao escoamento do aço (Mpa);f_{bd}: Tensão última de aderência de cálculo (Mpa).

$$lbnc = \left(\alpha \cdot lb \cdot \frac{As\ calc}{As\ ef} \right)$$

Equação 04

Onde:

α : Ancoragem sem gancho (1,0);

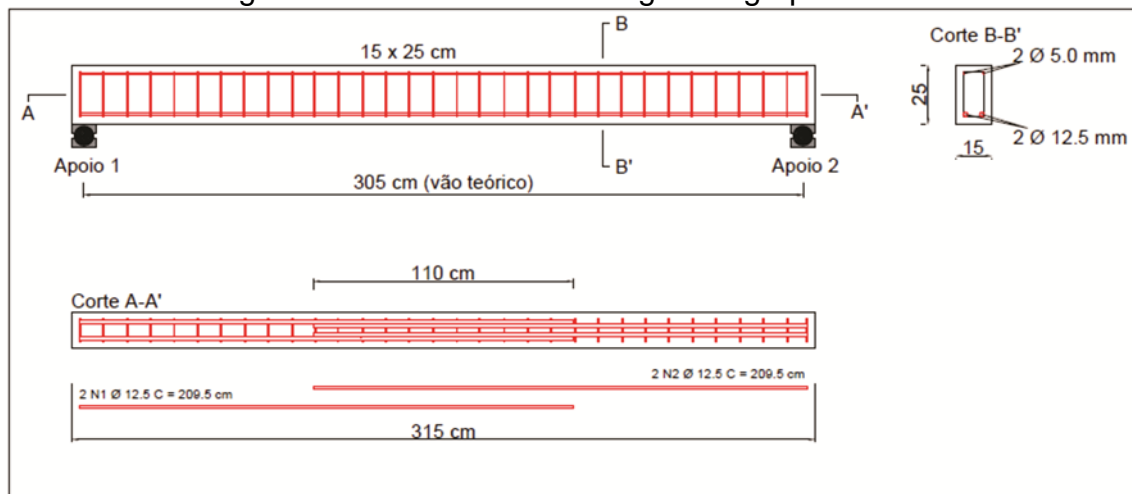
lb: Comprimento de ancoragem obtido na equação 03 (cm);

As calc: Área de aço calculada (cm²);

As ef: Área de aço efetiva utilizada (cm²).

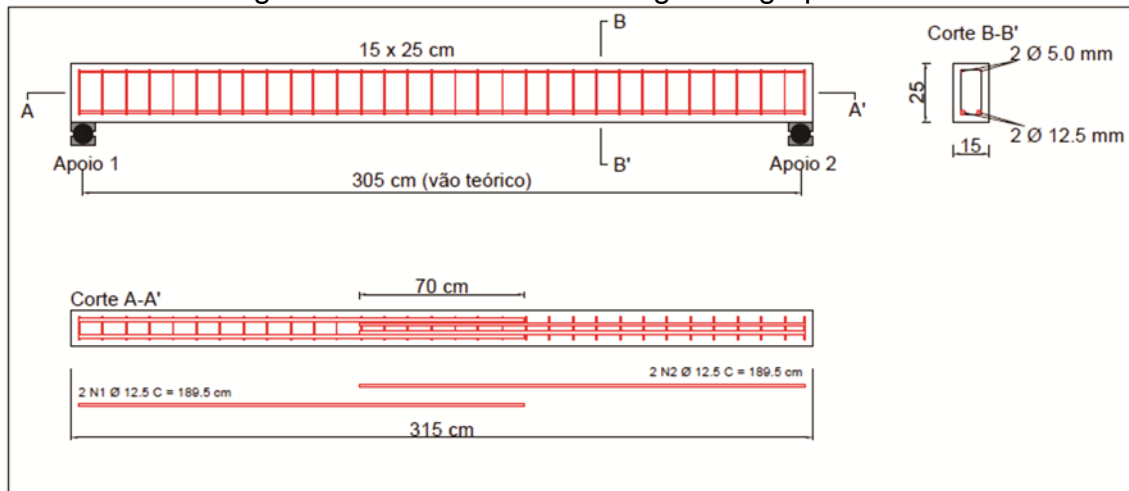
Desta forma, as vigas foram divididas em três diferentes grupos (A, B e C), sendo no grupo A, três vigas com traspasse de 110 cm, no grupo B o traspasse é de 70 cm, e no grupo C, as vigas com barras contínuas, conforme detalhamento demonstrado nas figuras 1, 2 e 3 respectivamente.

Figura 1: Detalhamento das vigas do grupo A



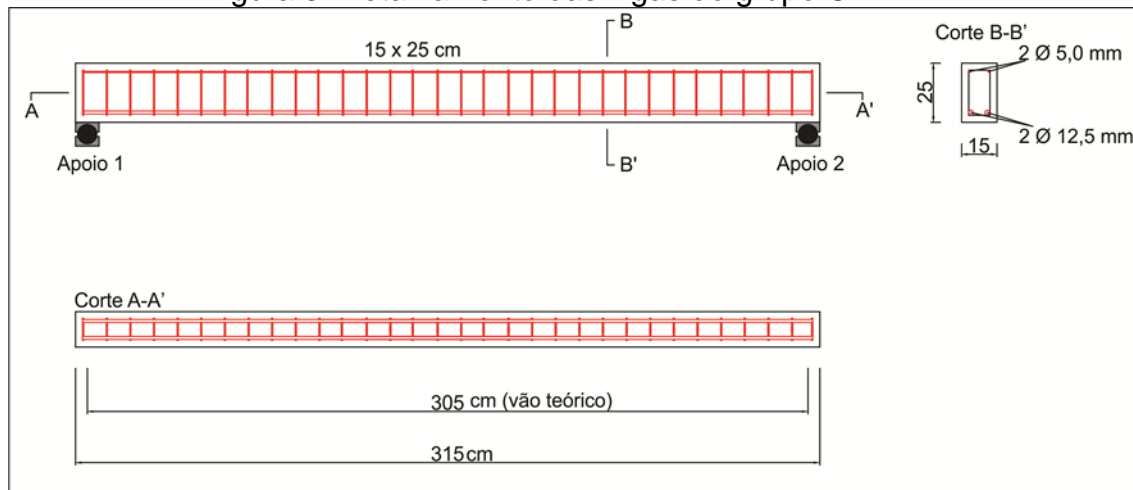
Fonte: Do autor, 2016.

Figura 2: Detalhamento das vigas do grupo B



Fonte: Do autor, 2016.

Figura 3: Detalhamento das vigas do grupo C



Fonte: Do autor, 2016.

Realizados os cálculos de dimensionamento, foi desenvolvido o projeto para a execução das vigas propriamente ditas. Para a fabricação das fôrmas foram utilizadas chapas de eucalipto com espessura de 3 mm (figura 5-a), para garantir a estanqueidade do concreto.

O corte das barras de aço das armaduras foi realizado no local de montagem. As barras com Ø 5.0 mm utilizadas como estribos (figura 5-b), foram dobradas com pinos conforme especificação da NBR 6118:2014.

Para a montagem das armaduras foi utilizado arame recozido número 18, a fim de garantir o espaçamento entre estribos e barras conforme projetado. A montagem das armaduras seguiu as recomendações e procedimentos especificados pela NBR 6118:2014.

Após terem sido devidamente montadas, as armaduras foram posicionadas dentro das fôrmas (figura 5-c), sendo colocadas ao longo das armaduras espaçadores com o propósito de garantir o cobrimento e o correto posicionamento das mesmas. Adotou-se a Classe II de agressividade (moderada), conforme a NBR 6118:2014, que determina um cobrimento de 30 mm.

Figura 5: (a) materiais; (b) montagem; (c) espaçadores; (d) fôrmas



Fonte: Do autor, 2016.

Após a fabricação das fôrmas e montagem das armaduras, foram então transportadas para o Laboratório Experimental de Estruturas (LEE) da Unesc/lparque para serem concretadas.

A concretagem foi realizada utilizando concreto usinado com fck de 20 Mpa, sendo coletado no recebimento material para o ensaio de abatimento do tronco de cone (*slump test*), conforme orientação da NBR NM 67:1998. O resultado do abatimento ficou em 11,5 cm para as vigas estudadas, conforme ilustrado nas figuras 6-a e 6-b respectivamente.

Figura 6: (a) slump test; (b) verificação do abatimento



Fonte: Do autor, 2016.

Finalizado o ensaio de abatimento, foram moldados nove corpos de prova cilíndricos com \varnothing de 10 cm e altura de 20 cm, para a determinação das propriedades mecânicas do concreto, resistência à compressão axial, conforme NBR 5739:2007, compressão diametral, segundo a NBR 7222:2011, além do módulo de elasticidade, de acordo com a NBR 8522:2008. Todos os procedimentos de moldagem, cura e estocagem seguiram as determinações da NBR 5738:2015.

As vigas foram concretadas na sequência utilizando vibrador elétrico de imersão para a realização do adensamento do concreto. Após o término da concretagem foi realizada a cura com aspersão de água de acordo com as indicações da NBR 14931:2014.

A desforma das vigas ocorreu 28 dias após a concretagem, bem como o desmolde dos corpos de prova, como ilustrados nas figuras (7-c, e 7-d) respectivamente.

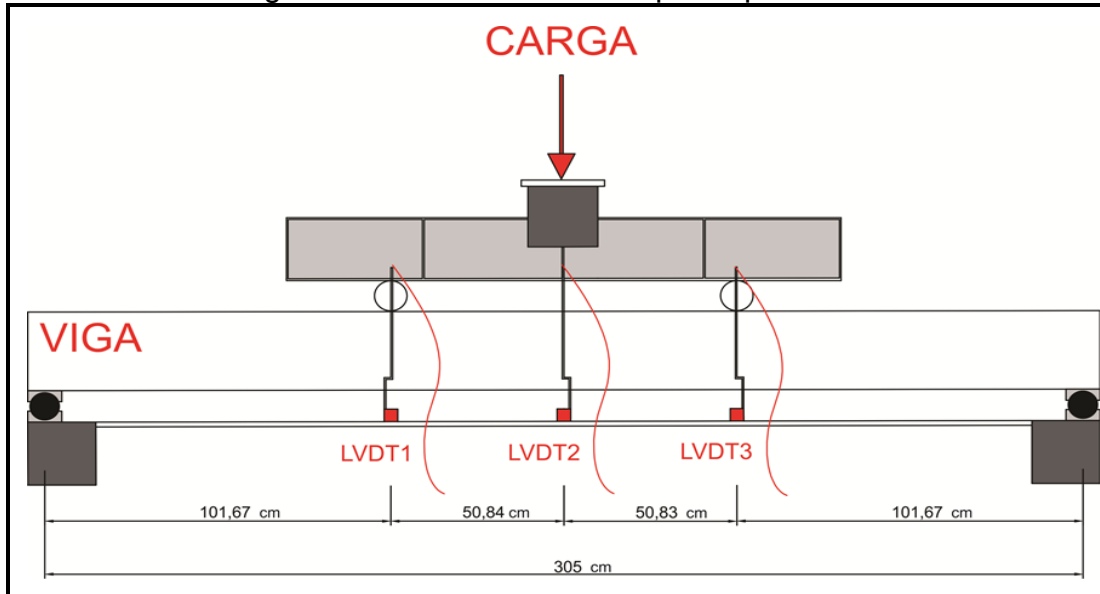
Figura 7: (a) e (b) concretagem; (c) desforma; (d) corpos de prova



Fonte: Do autor, 2016.

Depois de passados 28 dias da concretagem foram realizados os ensaios de flexão a quatro pontos (figura 8), onde as vigas foram carregadas até a ruptura. Neste ensaio foi possível a determinação da carga para o deslocamento vertical máximo de serviço permitido. Conforme determinação da NBR 6118:2014, obtém-se o deslocamento máximo dividindo o vão teórico da viga por 250 ($L/250$), resultando assim em 1,22 cm para as vigas em estudo.

Figura 8: Ensaio de flexão a quatro pontos



Fonte: Do autor, 2016.

Os ensaios foram realizados no Laboratório Experimental de Estruturas (LEE) da UNESC/Ipárque, utilizando um pórtico metálico e um atuador hidráulico com célula de carga (U10M), conforme ilustrado na figura 9, com capacidade de 500 kN. As vigas foram aparelhadas no centro e em seus terços médios com um total de três transdutores de deslocamento (LVDT), com leitura de 100 mm, para a observação do deslocamento vertical máximo das vigas.

Figura 9: Viga posicionada e aparelhada com LVDTs



Fonte: Do autor, 2016.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 RESULTADOS DOS ENSAIOS DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO.

Os ensaios das vigas foram realizados aos 28 dias, bem como foram rompidos na mesma data os corpos de prova para controle tecnológico e determinação das propriedades mecânicas do concreto, cujos resultados encontram-se na tabela 1.

Tabela 1: Controle tecnológico do concreto

Amostra	Resistência à Compressão Axial (Mpa) - 28 dias	Tração por Compressão Diametral (Mpa)	Módulo de Elasticidade (Gpa)
CP 1	21,9	2,6	34,33
CP 2	21,8	2,6	30,06
CP 3	22,4	2,7	30,2
Média	22,02	2,6	31,53
Desvio Padrão	0,31	0,1	2,42

Fonte: Do autor, 2016.

3.2 RESULTADOS DOS ENSAIOS DE FLEXÃO NAS VIGAS.

Para melhor entendimento dos tipos de viga de cada grupo leia-se: Grupo A(N), vigas com traspasse de **norma** (110 cm), grupo B(FN), vigas com traspasse **fora da norma**, e grupo C(SE), vigas com barras contínuas (**sem emendas**).

Os valores obtidos para os carregamentos no deslocamento máximo permitido segundo a NBR 6118:2014, são apresentados na tabela 2, já os valores para a carga de ruptura, encontram-se na tabela 3.

Tabela 2: Carregamento no L/250 (kN)

Grupo Amostra	A (N)	B (FN)	C (SE)
1	42,29	33,89	33,21
2	44,59	36,79	34,05
3	44,08	37,42	34,08
Média	43,65	36,03	33,78
Desvio Padrão	0,99	1,54	0,40

Fonte: Do autor, 2016.

Observa-se que nas vigas do grupo A(N), foi necessário um carregamento 21,65% superior ao do grupo B(FN), e 29,22% superior a do grupo C(SE). O grupo C(SE), foi o que atingiu o deslocamento máximo com o menor carregamento.

Tabela 3: Carregamento na ruptura (kN)

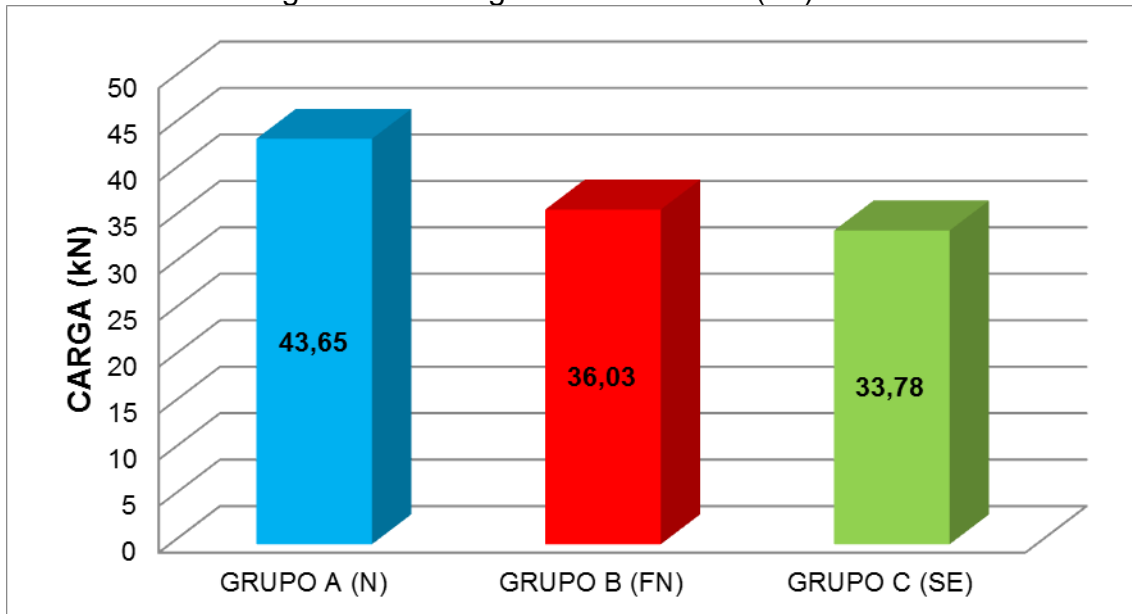
Grupo Amostra	A (N)	B (FN)	C (SE)
1	55,89	50,43	50,13
2	54,85	50,44	50,79
3	55,39	51,32	51,19
Média	55,38	50,73	50,70
Desvio Padrão	0,42	0,42	0,44

Fonte: Do autor, 2016.

Já para o carregamento na ruptura, as vigas do grupo com traspasse de norma A(N), sofreram ruptura com um valor 9,17% superior aos grupos B(FN) e C(SE). Os grupos com traspasse fora da norma B(FN), e sem emendas nas barras C(SE), mostraram resultados praticamente iguais.

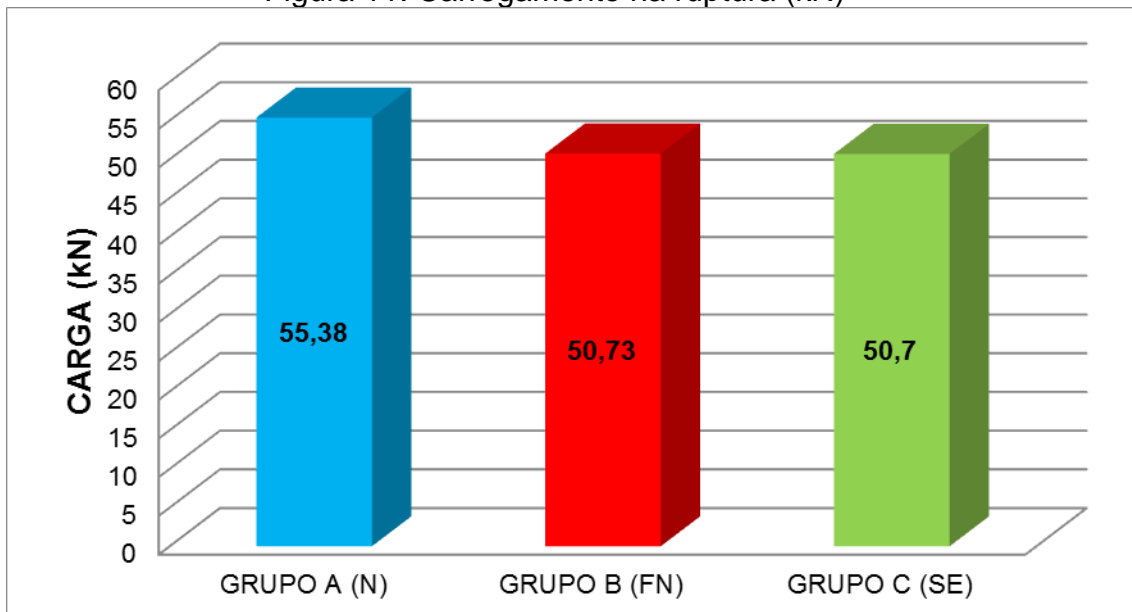
Na sequência, as figuras 10 e 11 ilustram os comportamentos dos três grupos para o carregamento no L/250, e na ruptura.

Figura 10: Carregamento no L/250 (kN)



Fonte: Do autor, 2016.

Figura 11: Carregamento na ruptura (kN)



Fonte: Do autor, 2016.

Para a verificação da igualdade estatística entre as amostras para os ensaios de carregamento de ruptura e L/250, aplicou-se a análise de variância (ANOVA), com nível de confiança de 95%, cujos resultados estão demonstrados na tabela 4.

Tabela 4: Análise ANOVA de variância estatística

ANOVA						
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	466307,93	2	233153,97	65,03	8,575E-05	5,14
Dentro dos grupos	21511,7445	6	3585,2908		$\alpha = 0,05$	
Total	487819,675	8				

Fonte: Do autor, 2016.

Como o resultado da análise encontrou um valor para F acima do $F_{crítico}$, e o valor de P menor que α (0,05), constatou-se que há diferença estatística entre as amostras, tornando-se necessária a utilização do método de TUKEY para a identificação de quais amostras se diferenciam entre si. Os resultados do estudo por TUKEY são demonstrados na tabela 5.

Tabela 5: Modelo estatístico Tukey

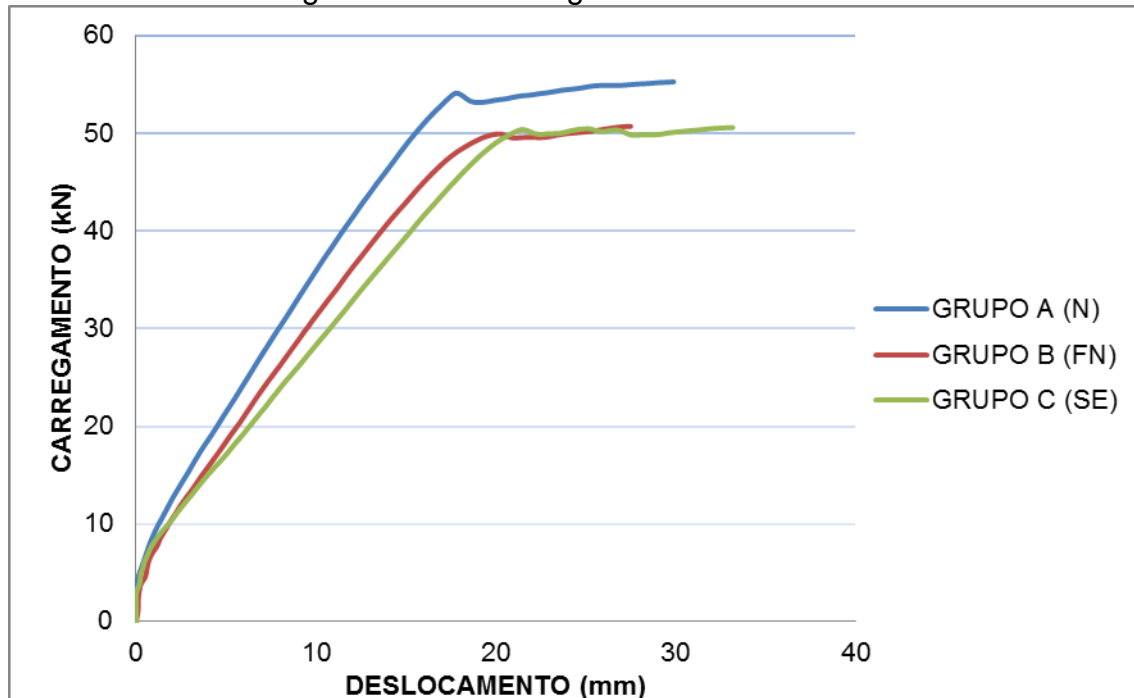
TUKEY			
q	4,34		
dms	150,03		
COMPARAÇÕES DAS MÉDIAS			
GRUPO A/B	489,203	> dms	≠
GRUPO A/C	476,257	> dms	≠
GRUPO B/C	12,9467	< dms	=

Fonte: Do autor, 2016.

Com o modelo Tukey de cálculo estatístico foi possível fazer a análise das médias dos carregamentos dos três grupos estudados comparando com o fator calculado dms , possibilitando assim a identificação de qual diferença estatística nos grupos foi indicado na ANOVA. Desta forma, ficou evidenciado que as amostras do grupo A(N), são estatisticamente diferentes dos grupos B(FN) e C(SE).

Para a análise do comportamento das médias de cada grupo com relação à carga x deslocamento, pode-se observar no gráfico da figura 12.

Figura 12: Curva carga x Deslocamento



Fonte: Do autor, 2016.

Com a aplicação do carregamento, nota-se que os três grupos iniciam a fissuração com carga semelhante, passando a atuar no estágio II de deformação. Nos grupos com armadura traspassada, A(N) e B(FN), as fissuras ocorrem na região do início do traspasse, em ambos os lados, não ocorrendo nestes dois grupos fissuras longitudinais, conforme é possível observar nas imagens das figuras 13 e 14. No grupo armado com barras contínuas C(SE), as fissuras estão mais presentes na região central das vigas, ocorrendo o corte total na face inferior, e igualmente não apresentam fissuras longitudinais. Para este grupo de vigas, as imagens encontram-se na figura 15.

Para os três grupos estudados a ruptura do concreto e o escoamento da armadura ocorrem simultaneamente, no estágio III de deformação.

Figura 13: Fissuração das vigas do grupo A(N)



Fonte: Do autor, 2016.

Figura 14: Fissuração das vigas do grupo B(FN)



Fonte: Do autor, 2016.

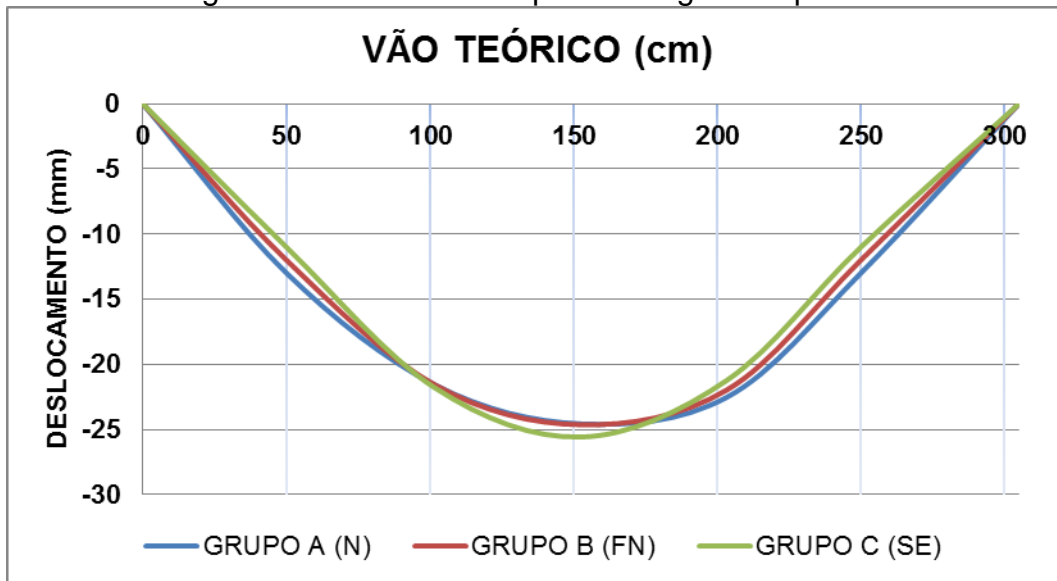
Figura 15: Fissuração das vigas do grupo C(SE)



Fonte: Do autor, 2016.

Com a utilização dos LVDTs posicionados no centro e nos terços médios das vigas foi possível determinar o comportamento da linha elástica, conforme ilustrado na figura 16. Observa-se que a rigidez dos três grupos é bastante semelhante, com um deslocamento levemente maior ocorrendo no grupo C(SE), e praticamente igual entre os grupos A(N) e B(FN).

Figura 16: Linha elástica para a carga de ruptura



Fonte: Do autor, 2016.

Os valores comparativos dos momentos de serviço e de cálculo estão demonstrados na figura 17. Nota-se que nos três grupos o momento de ruptura foi superior ao M_d , e para o L/250 somente as do grupo A(N) ficaram com os valores acima do momento de cálculo.

Figura 17: Momentos atuantes (kN)

M (kN)	GRUPO A (N)	GRUPO B (FN)	GRUPO C (SE)
M_k	16,1	16,1	16,1
M_d	22,5	22,5	22,5
$M_{ruptura}$	28,7	26,8	26,8
$M_{L/250}$	23,7	19,4	17,9

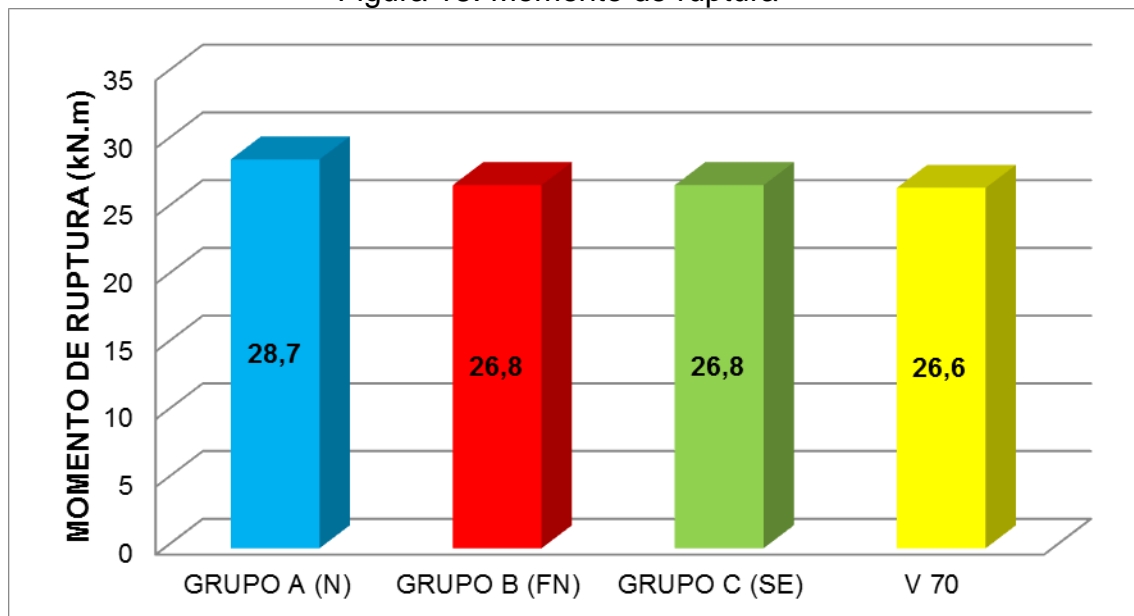
Fonte: Do autor, 2016.

3.3 ANÁLISE COMPARATIVA COM O ESTUDO DE MACHADO (2015).

Para a realização da análise comparativa utilizou-se os resultados encontrados para o momento fletor na ruptura entre a viga V70, extraída do estudo realizado por Machado (2015), e as vigas do grupo B(FN), que tem o traspasse, igualmente ao trabalho de Machado (2015) montadas com 70 cm. Além das vigas dos outros dois grupos estudados nesta pesquisa, para o complemento da análise.

Os resultados encontrados confirmam as indicações de Machado (2015) para o momento de ruptura, ficando os valores resultantes praticamente iguais, como é possível visualizar no gráfico da figura 18. Observa-se também uma resultante muito próxima para as amostras dos três grupos estudados.

Figura 18: Momento de ruptura



Fonte: Do autor, 2016.

É importante observar, para a correta leitura dos dados, o que realmente se espera como resultado de uma viga composta de armadura traspassada. Já que o propósito deve ser o de resistir às solicitações de carregamento e apresentar deslocamento máximo vertical dentro dos limites estabelecidos pela NBR 6118:2014, para que tenha desempenho pelo menos igual a uma viga com barras contínuas. Desta forma o grupo referência para este estudo é o C(SE), de maneira que os demais grupos analisados comparam-se a este para medir o comportamento de cada composição. Os resultados encontrados para os carregamentos são superiores no grupo A(N), o que comprova a diferença estatística indicada pela ANOVA. Já para os grupos B(FN) e C(SE), a inexistência de diferença estatística se confirma no desempenho praticamente igual entre as amostras.

4 CONCLUSÕES

No que diz respeito ao carregamento, as vigas do grupo A(N), apresentaram os melhores resultados, obtendo valores maiores para a carga de ruptura e momento máximo, além de um deslocamento vertical (L/250) menor.

Já as vigas do grupo B(FN), montadas com traspasse 36,36% menor do que é indicado pela NBR 6118:2014, mostram-se iguais na resultante para o carregamento na ruptura, e superiores para o carregamento no L/250 com relação ao grupo referência C(SE). Nota-se também que para momento de ruptura, o grupo B(FN) apresenta resultados iguais aos do grupo de referência.

Portanto é possível afirmar que o traspasse calculado de acordo com a NBR 6118:2014 é seguro, e garante a ancoragem necessária para uma viga submetida à flexão, visto que o grupo A(N) mostrou-se mais resistente em todos os ensaios, porém os resultados encontrados para o grupo B(FN) são expressivos do ponto de vista da eficiência (segurança x economia de material) já que se iguala, e até supera em alguns pontos as solicitações as quais se propõe, e reduz de forma significativa à quantidade de aço utilizada.

Sugestão para trabalhos futuros:

- Realizar ensaios com traspasse 40% menor do que o calculado pela Norma.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto**. Rio de Janeiro, 2014.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndrico**. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **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 8522: Concreto – Determinação do módulo estático de elasticidade à compressão.** Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.** Rio de Janeiro, 2015.

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

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.

FUSCO, P.B. **Técnica de Armar as Estruturas de Concreto.** 1ª edição. Editora PINI, 1995.

MACHADO, Pedro Lino. **Análise Comparativa da Capacidade Portante de Vigas de Concreto Armado com Diferentes Comprimentos de Traspasse na Armadura de Flexão.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

MARCON, João Paulo Bretz. **Estudo de Vigas de Concreto Armado Submetidas à Flexão com Diferentes Comprimentos de Traspasse Na Armadura Principal.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.