Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções - CBPAT 2018

Abril de 2018

COMPRIMENTO DE ANCORAGEM DE BARRAS DE AÇO EM CONCRETO REFORÇADO COM FIBRA DE AÇO SOB FLEXÃO

C.R.C. ROSSI
Mestrando
Universidade Federal do Pará
Belém/Pará; Brasil
carlosrossi03@hotmail.com

I.A. REZENDE
Discente em Engenharia Civil
Universidade Federal do Pará
Belém/Pará; Brasil

L.M.C. COSTA
Mestrando
Universidade Federal do Pará
Belém/Pará; Brasil

D.R.C. DE OLIVEIRA
Prof. Dr. Engenharia Civil
Universidade Federal do Pará
Belém/Pará; Brasil
denio@ufpa.br

A. M. DE OLIVEIRA
Profª Drª
EECA/Universidade Federal de Goiás - UFG
Goiânia/Goiás
andriellimorais@yahoo.com.br

RESUMO
Uma boa aderência entre a barra de aço embutida ao concreto e o próprio concreto permite bom comportamento mecânico e menor possibilidade de abertura de fissuras. Isso pode resultar em proteção da armadura e acréscimo de durabilidade da peça estrutural. Este artigo investiga a contribuição de fibras de aço na aderência entre barras de aço/concreto. Para os testes, as barras ancoradas tiveram diâmetro de 8 mm e os comprimentos de ancoragem (l_b), calculados segundo formulação da ABNT NBR 6118: 2014, variaram de 0,5.l_b, 0,75. l_b e l_b. A resistência à compressão do concreto adotada foi de 30 MPa e os teores volumétricos (V_f) de fibras tiveram valores iguais a 0,0%, 0,5% e 1,5%. Paralelamente, a resistência à compressão em corpos-de-prova cilíndricos (100x200 mm), a resistência à flexão em prismas (150x200x350 mm) e a resistência de ancoragem na idade de 28 dias de idade dos concretos para cada teor de fibras (V_f) foram avaliadas. Nos resultados observou-se um pequeno ganho de resistência à compressão (entre 2 a 5%) dos concretos reforçados com fibra de aço (CRFA). A carga última à flexão para os concretos com fibras foi superior (entre 3 e 9%) ao concreto sem fibras. Para o concreto com V_f de1,5 %, a tensão de aderência foi superior e com a maior redução de comprimento de ancoragem (50%) do que os demais concretos.
Palavra-Chave: CFRA. Comprimento de ancoragem. Ensaio de Flexão

ABSTRACT
The bond between the steel bar and the concrete allows the compatibilization between the two materials. Thus, the better the bond between them, the smaller of the opening cracks, ensuring the protection of bar. In this way, this research seeks to investigate the influence of steel fibers on steel-concrete bond. For the tests, the anchor bar had a diameter of 8mm and the development lengths (l_b), calculated according to the formulation of NBR 6118 (2014), ranging from 0.5l_b, 0.75l_b e l_b, with the compressive strength of Concrete at 30 MPa. Metallic fibers used with volumetric contents, V_f, varying in (0%, 0.5% and 1.5%). The objective is to compare the results with the reference, without fiber (0%) and to evaluate the fiber collaboration in reducing the development length proposed by NBR 6118 (2104). The test system presents 3 cylindrical specimens (100x200 mm²) for the axial compression test for each volume content of fiber, totaling 6 samples, and 7 prisms (150x200x350 m³) submitted to flexural, varying fiber content and development length. The tests were performed at 28 days after completion. The results showed a small gain the compression strength (between 2 to 5%) of the concrete reinforced with steel fiber. (SFRC). The ultimate flexural load was higher than the reference load (between 3 and 9%). For the concrete with V_f of 1.5%, the bond strength was higher and with the greater reduction of anchorage length (50%) than the other concretes.
Keywords: SFRC. Anchorage length. Flexural Test

1. INTRODUÇÃO

A aderência entre a barra de aço e o concreto depende de características da armadura (diâmetro, presença de nervuras, condição superficial, comprimento de ancoragem, entre outros), além de características do próprio concreto e sua produção e dosagem (ALMEIDA 2006). A tensão de aderência permite que os materiais (aço-concreto) sejam deformados conjuntamente e, como consequência, permite a transferência de esforços entre eles.

Para García-Taengua *et al.* (2016), a ligação entre o reforço e o concreto é medida como uma tensão de cisalhamento, ou tensão de aderência, na interface entre os dois materiais, distribuídos sobre a superfície do vergalhão ao longo do comprimento de ancoragem. A aderência é necessária não apenas para garantir um nível de segurança adequado permitindo uma ação do aço e do concreto, mas também para controlar o comportamento estrutural juntamente com uma ductilidade suficiente.

A adição de vários tipos de fibras pode conferir ao concreto armado características de ductilidade, menor suscetibilidade a fissuras, aumento de sua resistência à tração, sendo utilizada em larga escala em túneis e pisos de concreto industrial, uma vez que estas estruturas estão constantemente submetidas à esforços de tração altos.

Várias fibras de polímero encontraram aplicação em concretos de alto desempenho, entre elas: acetato de polivinila (PVA) e polietileno (PE). Recentemente, houve pesquisas sobre a aplicação de fibras naturais em vez de sintéticas. Assim, com novos materiais e novas tecnologias, os compósitos de cimento são projetados para se adequarem melhor aos propósitos da construção em diversas condições ambientais. A busca por substituintes naturais de materiais sintéticos é uma das soluções para tornar o produto mais ecológico (ZUKOWSKI *et al.,* 2018). As fibras de carbono podem ser usadas para melhorar as propriedades mecânicas (em particular tenacidade) e a condutividade elétrica do cimento (LAVAGNA *et al.*, 2018).

A função das fibras é conferir ductilidade ao concreto após o aparecimento de fissuras, em particular nas zonas onde ocorrem tensões de tração no concreto. A adição de fibras de aço reduz significativamente a deformação e a abertura das fissuras. Este acréscimo de ductilidade é influenciado, fundamentalmente, pela aderência entre a fibra e a matriz, pelo volume e tipo de fibra (GOMES, 2016). Cabe ressaltar que além do aumento na tenacidade e ductilidade, reduzindo a propagação de fissuras, pode ocorrer acréscimo de durabilidade uma vez que minimiza a entrada de agentes agressivos.

Segundo Barros (2000), o concreto reforçado com fibra de aço, CRFA, apresenta vantagens econômicas e técnicas sobre o reforço convencional com barras de aço. As vantagens econômicas advêm da supressão da mão de obra necessária à confecção e montagem das armaduras convencionais e no menor tempo de execução da estrutura. Quanto às vantagens técnicas, o autor salienta que as fibras conferem ao concreto: capacidade de absorção de energia, ductilidade, melhorias no controle da fissuração e benefícios à resistência às ações dinâmicas, de fadiga e de impacto.

Este trabalho tem como principais objetivos avaliar a influência das fibras no comportamento em vigas sujeitas a esforços de flexão no Estado Limite Último, por meio de um ensaio inovador, avaliando a influência da adição de fibras em teores em volume (0,5% e 1,5%) no comprimento de ancoragem de barras de aço reduzido (em 25% e 50%), em comparação a concreto sem fibras (0%) com comprimento de ancoragem conforme ABNT NBR 6118: 2014.

2. PROGRAMA EXPERIMENTAL: MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

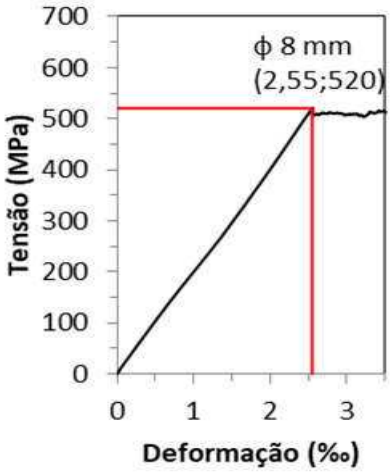
Foram estudados três tipos de concreto (um sem fibra, referência, e os outros dois com fibra) com base em estudos de GOMES (2016), ajustando apenas o tipo de agregado graúdo para o tipo de agregado graúdo típico da região Norte do Brasil (seixo rolado). Utilizou-se cimento CPII F-32, agregados, água, aditivo

químico e fibras de aço do tipo *crimped* da SHEIKAN ANCOR-JET, fator de forma de 30 e comprimento (l_f) de 45 mm. A quantidade de fibra utilizada foi 39,25 kg/m³ e 117,75 kg/m³ de concreto que corresponde a V_f de 0,5% e V_f de 1,5% de fibra. A fibra tem massa específica de 7850 kg/m³.

O agregado graúdo utilizado nesse estudo foi constituído por seixo, agregado típico da região Norte brasileira. Esse agregado apresentou a partir da distribuição granulométrica preconizada pela ABNT NBR NM 248: 2011 diâmetro máximo de 9,5 mm. Além disso, para esse agregado a massa específica foi igual a 2,63 kg/m³ e a massa unitária, 13,74 kg/m³, conforme ABNT NBR NM 53: 2009 e ABNT NBR NM 45: 2012, respectivamente. O agregado miúdo foi composto por areia média, pois apresentou 2,7 de módulo de finura, massa unitária igual a 2,83 kg/m³ e 2,45 kg/m³ de massa específica, de acordo ABNT NBR NM 248: 2011, ABNT NBR NM 45: 2012 e ABNT NBR MN 52: 2009, respectivamente.

A armadura usada foi de aço CA-50 com diâmetro nominal de 8 mm e resistência à tração (tensão *versus* deformação) determinada segundo Figura 1. Conforme os dados obtidos da Figura 1, a barra de 8 mm testada apresentou 2,55‰ de deformação de escoamento, 520 MPa de tensão de escoamento, 204 GPa de Módulo de Elasticidade e 685 MPa de tensão de ruptura, conforme especificações da ANBT NBR 6892: 2013.

Figura 1 – Tensão de tração da armadura aço CA 50 utilizada: tensão *versus* deformação.



A Tabela 1 apresenta o consumo de materiais utilizados nos concretos. A dosagem teve como parâmetros o consumo utilizado por GOMES (2016), alterando apenas o agregado graúdo para seixo (típico da região Norte do Brasil).

Tabela 1 – Materiais constituintes do concreto.

Material	**Consumo (kg/m³)**		
	Concreto 1 V_f = 0%	Concreto 2 V_f = 0,5%	Concreto 3 V_f = 1,5%
Cimento (CPII F – 32)	410,0	410,0	410,0
Areia natural quartzosa de leito de rio	737,0	737,0	737,0
Agregado graúdo (Seixo rolado)	993,0	993,0	993,0
Água	205,0	205,0	205,0
Superplastificante (*MC-Power Flow* 1180)	1,1	1,1	1,2
Fibras (*crimped*)	0,0	39,2	117,5

2.2 Preparo e moldagem dos concretos

Foram moldados três corpos de prova cilíndricos de dimensões 100 mm x 200 mm para determinação da resistência à compressão para cada teor de fibra, na idade de 28 dias, conforme especificações da ABNT NBR 5739: 2007. O procedimento de moldagem e cura seguiu as recomendações da ABNT NBR 5738: 2015.

Foram confeccionados sete prismas de dimensões (150x200x350 mm³) para serem submetidos ao ensaio de flexão. A cura ocorreu nos primeiros dias após concretagem e a desmoldagem dos prismas foi com 21 dias. Todas as amostras foram ensaiadas com 28 dias. A Figura 2 apresenta a forma e os primas moldados. O ensaio de flexão é denominado de Flexural Adherence Test (FAT).

Figura 2 – Preparo para o ensaio de flexão: (a) fôrmas e (b) prismas moldados.

(b) (a)



Para estudo da aderência, a barra utilizada era com diâmetro (ϕ) de 8,0 mm e comprimentos de ancoragem (l_b) calculados segundo formulação da ABNT NBR 6118: 2014 e variam de um fator n (0,5; 0,75 e 1). As amostras foram classificadas em FAT- ϕ - $n.l_b$ - FV_f. Os prismas foram moldados com concreto com resistência à compressão f_{ck} de 30 MPa e a fibra utilizada foi de aço do tipo *crimped* variando apenas seu volume, V_f, em 0%; 0,5% e 1,5%. A Tabela 2 apresenta as variáveis dos prismas.

Tabela 2 – Características dos prismas para o *Flexural Adhrence Test* (FAT).

ϕ (mm)	$n.l_b$ (mm)	V_f (%)	FAT
8,0	$1.l_b$ (200,0 mm)	0,0%	FAT-8-200-F0
	$0,75.l_b$ (150,0 mm)	1,5%	FAT-8-150-F1.5
		0,5%	FAT-8-150-F0.5
		0,0%	FAT-8-150-F0
	$0,5.l_b$ (100,0 mm)	1,5%	FAT-8-100-F1.5
		0,5%	FAT-8-100-F0.5
		0,0%	FAT-8-100-F0

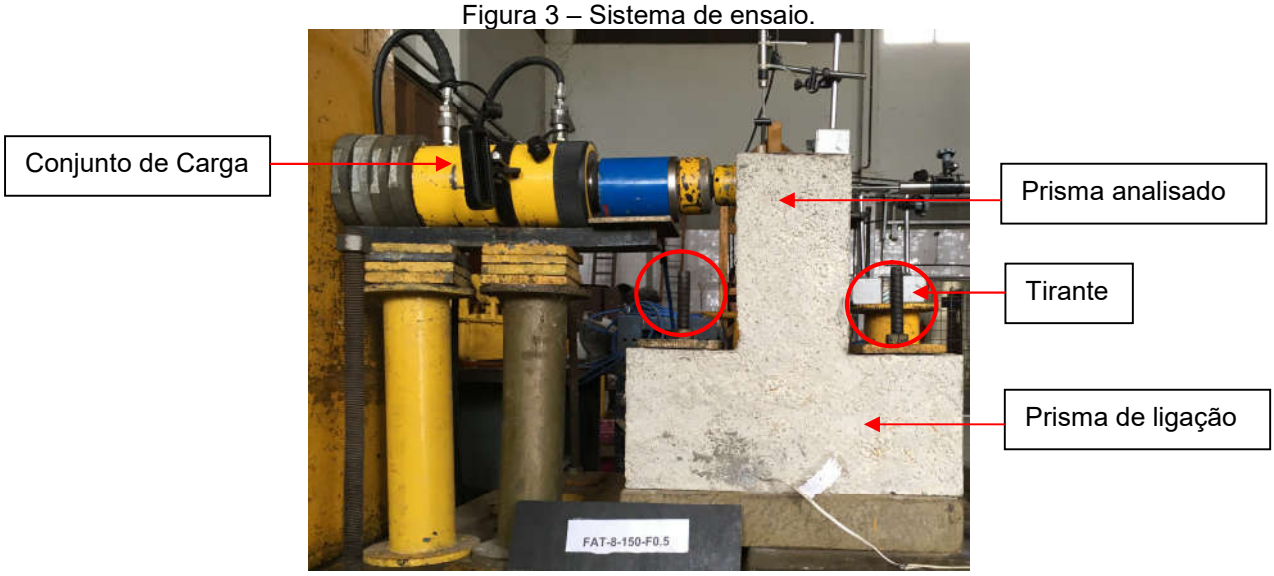
2.3 Sistema de Ensaio

Com o objetivo de simular uma viga engastada com carga aplicada na extremidade, será adotado um sistema de ensaio configurado conforme a Figura 3. Os prismas a serem ensaiadas serão apoiados na viga do pórtico e o sistema de carregamento apoiado no pilar, o mesmo terá uma rótula em contato com o prisma

para que o carregamento seja perpendicular a face do concreto com a utilização de uma bomba hidráulica (ENERPAC, modelo RCH) com capacidade de 10^3 kN. O intuito é estudar a aderência com a peça sendo submetida à flexão.

A instrumentação utilizada na barra ancorada foi realizada a leitura no extensômetro para determinação do escoamento da barra na região mais com maior concentração de tensões. O extensômetro usado será o extensômetro elétrico de resistência (EER) da marca EXCEL, modelo PA-06-125AA-120L. Para o ensaio de flexão, esses prismas foram engastados em outro prisma com dimensão de (150x250x600 mm³) para que ocorresse uma ligação entre os mesmos. Essas vigas de ligação foram engastadas no pórtico por tirantes.

Figura 3 – Sistema de ensaio.



O comprimento de ancoragem (l_b) foi partir do extensômetro até o fundo do tubo de PVC, que foram colocados de tamanhos variados no topo das barras a fim de controlar o comprimento da ancoragem de estudo. Esses tubos tem função de evitar o contato de parte da barra com o concreto, sendo assim, somente a parte exposta da barra estivesse sob o efeito da aderência. A barra do estudo tem formato em "J" (Figura 4) para facilitar a sua ancoragem na base de ligação e auxiliar para que durante o ensaio a parte da barra aderida não desloque e sofra efeito da flexão juntamente com todo o sistema. A Figura 5 ilustra o detalhamento das armaduras do prisma analisado e do prisma de ligação.

Figura 4 – Barra em "J" a ser ancorada na base de ligação e tubo de PVC delimitando o comprimento de ancoragem (l_b), medidas em milímetros (mm).

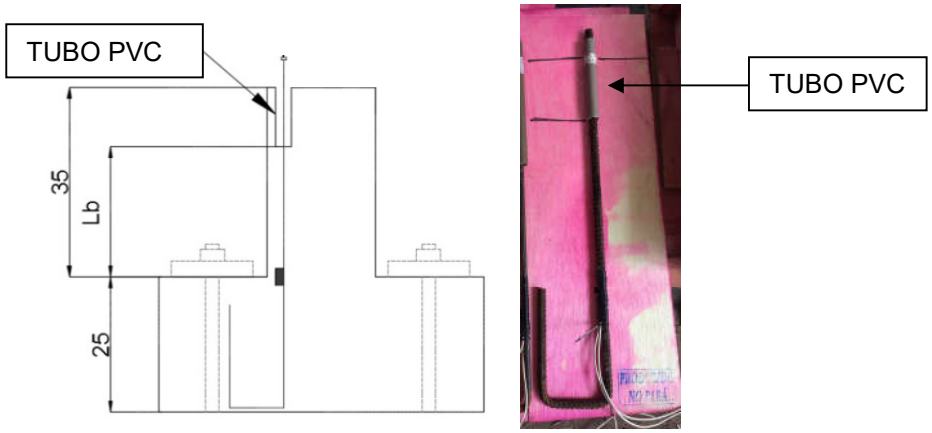
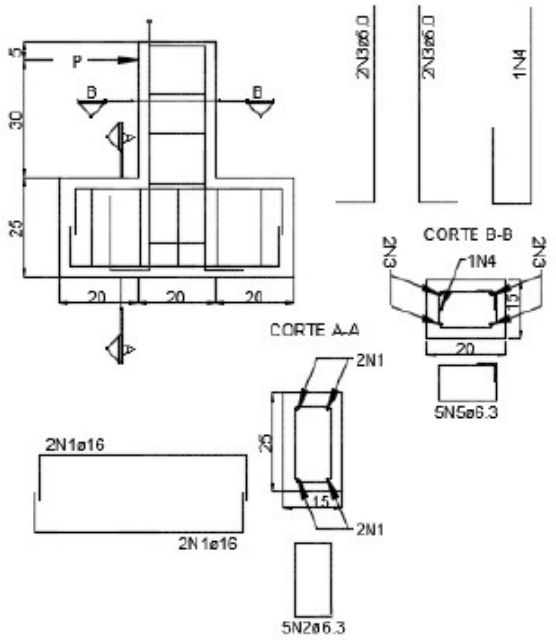


Figura 5 – Detalhamento das armaduras, onde N4 é a barra ancorada de 8 mm, medidas em milímetros (mm).



3 RESULTADOS DOS ENSAIOS

Os resultados de resistência à compressão são apresentados na Tabela 3 e tiveram valores próximos com pequeno acréscimo para o amento do teor de fibras e desvio padrão e coeficiente de variação baixos.

Tabela 3 – Resumo dos resultados do ensaio de compressão axial.

Concreto	Resistência à compressão		Desvio padrão	Coeficiente de variação
	Valores individuais	Valor médio		
V_f 0	26,55	26,99	0,90	3,33%
	28,02			
	26,39			
V_f 0,5	27,18	27,34	0,59	2,16%
	27,99			
	26,84			
V_f 1,5	27,30	28,50	1,43	5,01%
	28,12			
	30,08			

Os ensaios de flexão (FAT) ocorreram até a ruptura das peças ensaiadas (Figura 6). Em todos os casos que a fibra estava presente, o nível de fissuração foi menor e a resistência maior, como era de se esperar de estruturas com reforço de fibra. Com a realização do ensaio pelo método FAT obtém-se o carregamento no prisma (P) em kN e a deformação da barra pelo extensômetro (ε_s) em ‰. Assim, é necessário determinar inicialmente a tensão na barra para cada carga ou deformação da barra (Lei de Hooke):

$$\sigma_s = \varepsilon_s . E_s \quad (1)$$

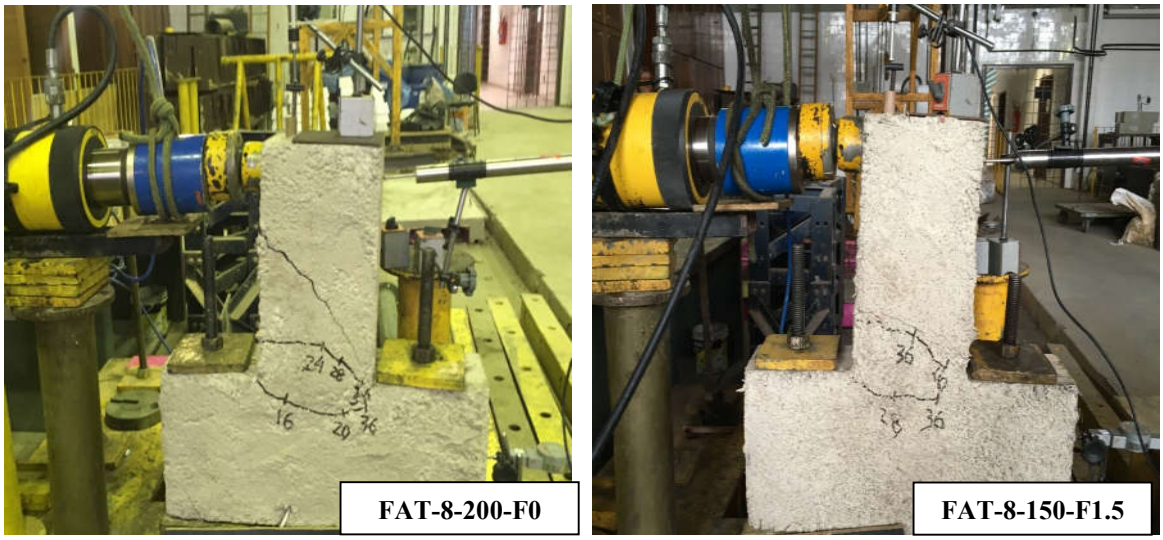
Onde, E_s é o módulo de elasticidade da barra de aço e σ_s é tensão barra de aço ($\sigma_s = F_s/A_s$). Assim, após substituição desses parâmetros na Equação 1, tem-se:

$$\tau_b = F/Al = F_s/\pi.\phi.l_b = \varepsilon_s.E_s.A_s/\pi.\phi.l_b \quad (2)$$

Onde, τ_b é a tensão de aderência, F é a força de arrancamento, A_l é a área lateral ou área de contato da barra com concreto, ϕ é o diâmetro da barra de aço e l_b é o comprimento de ancoragem do ensaio. Vale ressaltar que a tensão máxima de aderência ($\tau_{b,max}$) τfoi calculada com base na força máxima de arrancamento.

Figura 6 - Ensaio de flexão de prisma (a) concreto com 0% de fibras e (b) 1,5%.

(a) (b)



A Tabela 4 informa os valores de carga última (P_u), relação entre a carga última da amostra com a amostra FAT-8-200 ($P_u/P_{uFAT-8-200-F0}$), deformação da barra (ε_s) medido pelo extensômetro e tensão máxima de aderência ($\tau_{FAT,max}$). A coluna 2 da Tabela 4, apresenta a relação entre carga de ruptura última das amostras em relação a carga do FAT-8-200-F0 ($P_u/P_{u,FAT-8-200}$).

O maior carregamento foi na amostra FAT-8-150-F1.5 com 39,4 kN, sendo 1,09 o valor do FAT-8-200-F0, ou seja, reduziu 50 mm de comprimento de ancoragem, mas com a inclusão de 1,5% de volume de fibra houve um aumento de P_u. A tensão máxima de aderência foi da amostra FAT-8-100-F1.5. A relação de tensão de aderência entre as amostras com fibra e sem fibra com mesmo comprimento de ancoragem foi no intervalo de [1,00; 1,03].

Todas as amostras com comprimento de ancoragem de 150 mm apresentaram tensão de aderência menor que $\tau_{FAT-8-200}$, mas para l_b de 100 mm, todas as amostras foram superiores. Esses resultados informam que para o ensaio FAT, o comprimento de ancoragem não é único fator relevante para uma avaliação da tensão de aderência, a deformação da barra é extremamente relevante.

Tabela 4 – Resultado das relações *força x deformação* e *tensão x deslizamento* da barra de ϕ8 mm

Modelos	P_u (kN)	$P_u/P_{u,FAT-8-200-F0}$	ε_s (‰)	$\tau_{FAT,max}$ (MPa)
FAT-8-200-F0	36,2	-	3,85	7,85
FAT-8-150-F1.5	39,4	1,09	2,42	6,59
FAT-8-150-F0.5	31,3	0,87	2,40	6,53
FAT-8-150-F0	28,6	0,79	2,53	6,45
FAT-8-100-F1.5	37,3	1,03	1,98	8,57
FAT-8-100-F0.5	27,0	0,75	2,50	8,31
FAT-8-100-F0	24,8	0,69	2,09	8,30

A Figura 7, nos gráficos *força versus deformação*, apresenta para um mesmo carregamento uma deformação praticamente equivalente das amostras analisadas, para o mesmo teor de fibra e independente do comprimento de ancoragem. Na Figura 8, nos gráficos *força versus deformação*, observa-se que o aumento de volume de fibra diminui as deformações na barra ancorada para um mesmo carregamento, ou seja, ela é responsável em por uma parcela de tensões geradas pela carregamento, diminuindo as tensões na armadura longitudinal, confirmando a eficiência da fibra na melhora do propriedades mecânicas do concreto.

Para os gráficos de *tensão versus deslizamento*, observa-se o aumento de tensão de aderência para as amostras com menores comprimentos de ancoragem e maiores volume de fibra. Como exemplo, o modelo FAT-8-150-F1.5 a partir de uma carga de 12,5 kN (Figura 8) apresentaram deformações menores que o FAT-8-200-F0, as amostras com 0,5% obtiveram desempenho mecânico equivalente a amostra de referencia. Apenas o FAT-8-200-F0, teve escoamento da barra, $\varepsilon_s > \varepsilon_{sy} = 2{,}55‰$.

Figura 7 - Comparação entre a relação *força x deformação* e *tensão x deslizamento* do ϕ8 mm com variação do comprimento de ancoragem.

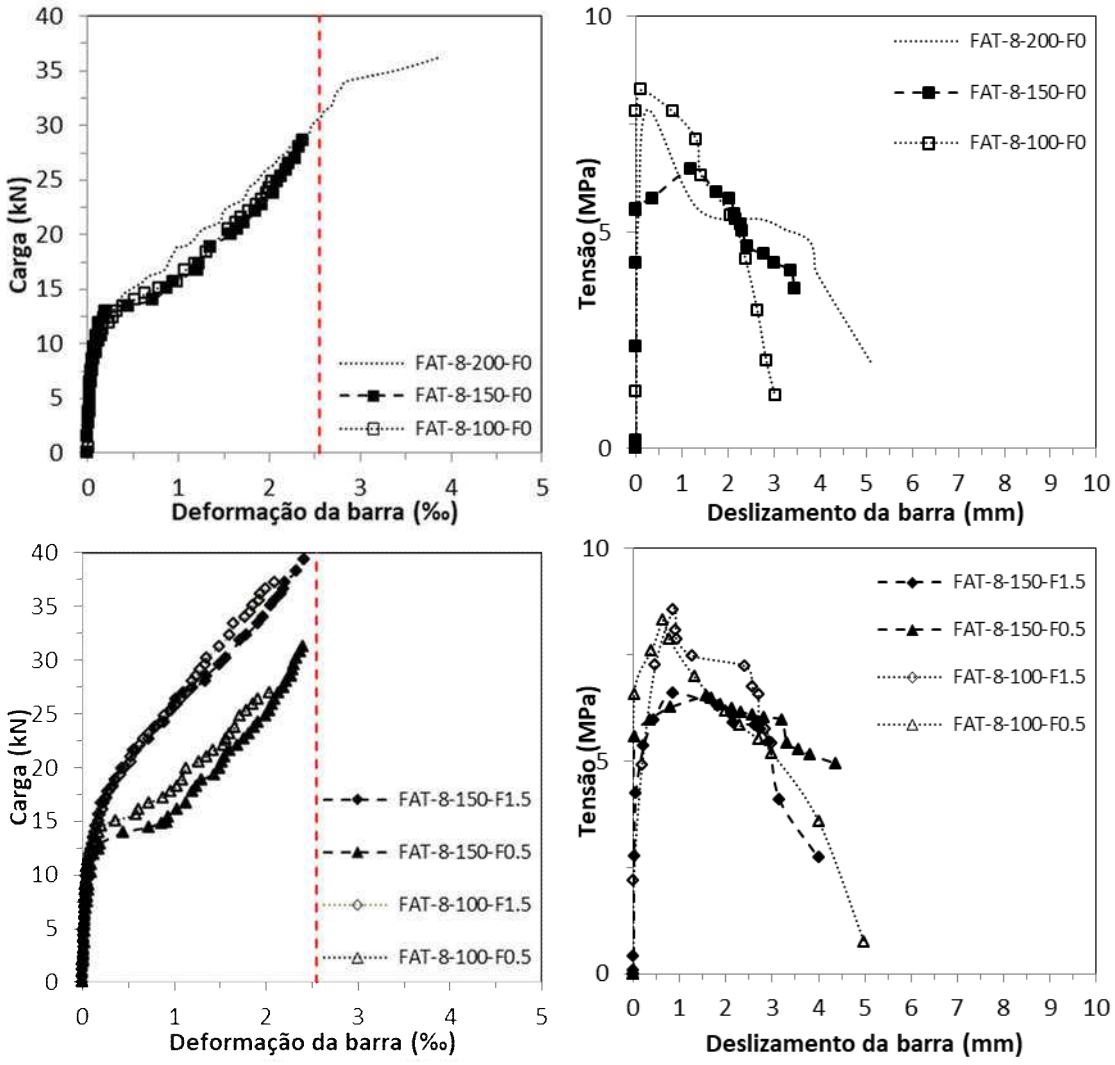
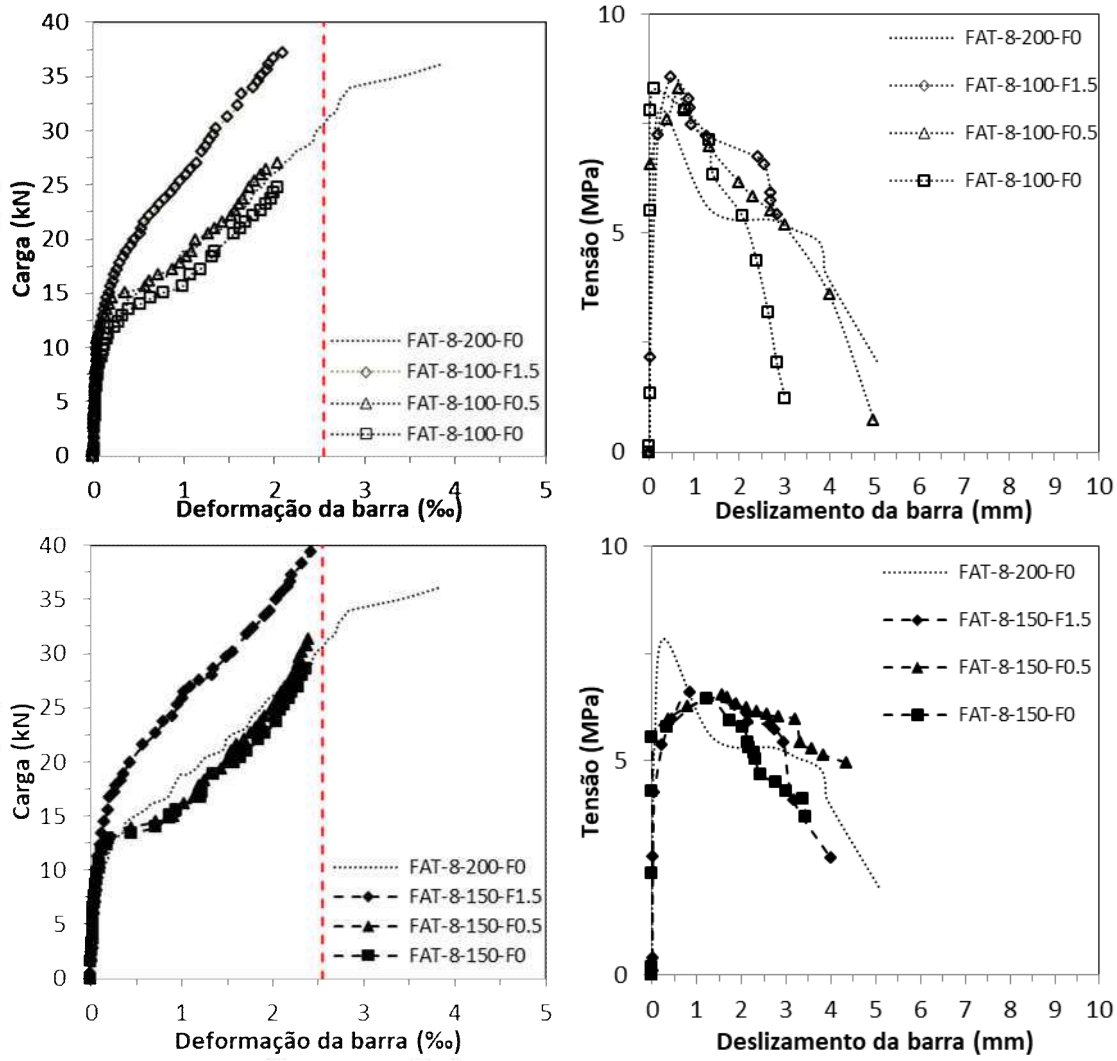


Figura 8 – Comparação entre a relação *força x deformação* e *tensão - deslizamento* do ϕ8 mm com variação do teor de fibra.



4. CONCLUSÃO

Os resultados apresentados mostram inicialmente o possível comportamento visto que houve apenas um modelo para cada configuração e apresentam a possibilidade de redução de comprimento de ancoragem numa estrutura de concreto, mantendo a resistência mecânica similar com acréscimo de fibra. As principais análises são pelos gráficos *carga versus deformação da barra* e *tensão* x *deslizamento da barra*. Os maiores valores de carga última são para os com 1,5% de fibra, FAT-8-100-F1.5 e FAT-8-150-F1.5, sendo 3% e 9% maior, respectivamente, que o FAT-8-200-F0.

A análise da tensão de aderência é clara que quanto maior comprimento de ancoragem, menor a tensão de aderência. Mas é valida para uma analise de arranque puro, como o ensaio é submetido a flexão, é necessário avaliar a deformação da barra. Assim, observou-se na Tabela 4 que houve uma redução de tensão de aderência para l_b de 150mm e aumento de tensão para l_b de 100 mm comparados ao comprimento de ancoragem de 200mm. E que em todos os casos, houve aumento de tensão máxima de aderência com aumento de teor de fibra para um mesmo comprimento de ancoragem. O FAT-8-100-F1.5 foi

a melhor amostra das analisadas com tensão máxima de 8,57 MPa, com 9% superior a amorstra FAT-8-200-F0 e 3% superior ao FAT-8-100-F0, ou seja, a influncia da fibra foi comprovada experimentalmente, podendo reduzir o comprimento de ancoragem proposto pala ABNT NBR 6118: 2014 utilizando o teor de fibra estudado. O ensaio FAT (*Flexural Adherence Test*) é inovador, menos complexo e sem arrancar a barra, situação pouco provável numa estrutura de concreto armado (o arrancamento é proposto pelo Pull Out Test). O deslizamento da barra se deu na região menos fissurada (onde a barra fica confinada dentro do tubo de PVC), simulando uma viga bi-apoiada. Com isso, é viável a utilização da fibra para melhorar a aderência entre concreto e armadura.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao instituto de Pesquisas Ecológicas da Amazônia (IPEAM) pelo apoio a essa e outras pesquisas realizadas na Amazônia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA FILHO, F M. Contribuição ao estudo da aderência entre barras de aço e concreto auto-adensáveis. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 45: Agregados- Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 52: Agregado miúdo- Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 53: Agregado graúdo- Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: Agregados- Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2011.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739:Concreto – Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto-Procedimentos. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6892: Materiais metálicos — Ensaio de Tração. Rio de Janeiro, 2013.

BARROS, J.A.O. Betão reforçado com fibras de aço: conceitos fundamentais. Associação Portuguesa das Empresas de Betão Pronto (APEB), ISISE - Artigos em Revistas Nacionais, 2000.

GOMES, L.D.S; Análise experimental da eficiência das fibras de aço no reforço ao cisalhamento de vigas em concreto armado. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Pará, Belém, 2016.

LAVAGNA, L.; MUSSO, S.; FERRO, G.; PAVESE, M. Cement-based composites containing functionalized carbon fibers. Cement and Concrete Composites, v. 88, p. 165-171, 2018.

ZUKOWSKI, B.; SILVA, F.A.; TOLEDO FILHO, R.D. Design of Strain Hardening Cement-based Composites with Alkali Treated Natural Curauá Fiber. Cement and Concrete Composites, 2018.