

ESTUDO DO CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS DE VIDRO

COSTA SILVA, Rita de Cássia da

*Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(ritadecassiadacostasilva@hotmail.com)*

CARDOSO, Sara Grasielle Pereira

*Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(sara_grasielle@hotmail.com)*

BARBOSA, Isa Lorena Silva

*Professora Mestre, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(isa_barbosa@hotmail.com)*

RESUMO

Esse trabalho busca aprimorar os conhecimentos de uso de materiais na construção civil. Há infinitudes de materiais ainda não estudados e não utilizados que podem trazer inúmeros benefícios. A importância do estudo da fibra de vidro com experimentos em laboratório permite observar o comportamento do material dentro do concreto convencional. É feito um estudo da influência da fibra, apresentando a moldagem, confecção e verificação dos resultados, comparando o mesmo com um traço de referência sem adição de fibras. No total são 4 traços para o plano experimental. O concreto utilizado para fabricação dos corpos de prova tem uma resistência à compressão de 25MPa, totalizando 32 corpos de prova cilíndricos. Os resultados foram obtidos através da realização dos seguintes ensaios: compressão axial, slump test, compressão diametral e apresentados em forma de gráficos e planilha para uma melhor visualização.

PALAVRAS-CHAVE

Fibra de Vidro. Concreto. Trabalhabilidade. Dosagem.

1 INTRODUÇÃO

Quando um material é de forma fibrosa ele contém excelente resistência à tração, é utilizado atualmente na engenharia agregando a fibra em uma matriz de concreto que envolve e protege a fibra e se deforma quando submetido a uma força, na qual a mesma distribui a tensão, impedindo que ocorra a distribuição de falhas (SCHWARTZ,1984).

O concreto convencional sem adição de fibras vai romper de repente, assim que atingir a resistência á flexão última. Já o concreto que tem reforço com fibras suporta cargas admissíveis mesmo após a deflexão de ruptura. A primeira utilização de fibras no concreto para reforço estrutural foi em 1971, para criar painéis de 3250mm² e 65mm de espessura. Os painéis foram colocados na garagem de um estacionamento em um aeroporto em Londres (MEHTA e MONTEIRO ,2008).

2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Neste capítulo é apresentado base teórica dos conceitos fundamentais para o entendimento do trabalho.

2.1 CONCRETO

De acordo com Isaia (2011), no mundo inteiro o concreto é o material mais utilizado perdendo apenas para água. É uma mistura homogênea de cimento Portland, agregado graúdo, agregado miúdo e água.

2.2 FIBRAS DE VIDRO

Como já mencionado, fibras são compósitos que podem servir como reforço na matriz (concreto). Fibras que tem alto módulo de elasticidade tem melhor desempenho como reforço estrutural chamadas de macro fibras. Existe também fibras de baixo módulo denominado microfibras que não se emprega para reforço estrutural, mas destina-se a outros objetivos como redução de fissuras (FIGUEIREDO, 2011).

2.3 O EFEITO DO TEOR DAS FIBRAS

A quantidade de fibras a ser inserida no concreto depende de qual objetivo se quer alcançar e principalmente das características da mesma. Fibras que possuem baixo módulo de elasticidade não geram resultados satisfatórios quando se busca reforço estrutural devido ao fato de ter que colocar altos teores e com isso sobe também o custo ficando inviável a sua aplicação. Já as fibras que têm elevado módulo de elasticidade o teor a ser adicionado vai ser baixo por possuírem uma alta capacidade resistente (FIGUEIREDO, 2011).

3 PROGRAMA EXPERIMENTAL

Neste capítulo é apresentado o ensaio em si, desde a preparação, moldagem e análise da trabalhabilidade até a ruptura dos corpos de prova nos ensaios de: compressão axial e tração por compressão diametral.

3.1 MÉTODO DE DOSAGEM PARA CONCRETO

A dosagem do concreto é uma etapa de suma importância traz informação sobre a interferência do cimento Portland e da água na resistência final do concreto. Foi utilizado o método de dosagem da ABCP. Esse método para início deve-se conhecer as propriedades dos materiais que serão utilizados. No concreto simples há na composição cimento, agregado graúdo, agregado miúdo e água. Após obtidos todos os dados necessários: massa unitária, módulo de finura da areia, dimensão máxima característica do agregado graúdo, massa específica do cimento e água, resistência característica do concreto (f_{ck}) e abatimento esperados, calcula-se o traço.

3.2 ESCOLHA DOS MATERIAIS

De acordo com Campos, Torres, Kitner (2011), materiais de construção podem ser obtidos na natureza e cada um tem sua contribuição específica na construção civil. Foram escolhidos materiais obtidos no próprio laboratório para realização do ensaio, apenas as fibras de vidro foram fornecidas pela empresa FIBROTEC, abaixo será especificado cada um separadamente e relatada suas características.

Os dados de densidade, módulo de finura, diâmetro e peso específico dos materiais são resultados de ensaios já realizados no laboratório por diversas vezes, com fontes de segurança que garantem que os mesmos estão de correto valor.

3.2.1 Agregado miúdo

O agregado miúdo possui massa específica de $2,58 \text{ g/cm}^3$ e possui módulo de finura de $MF = 2,4\text{mm}$.

3.2.2 Cimento Portland

O cimento utilizado foi CII Z 32 massa específica= 3100 kg/m . O cimento composto tem diversas aplicações é um dos mais utilizados no Brasil. Esse cimento leva em sua composição de 6 a 14% de pozolana e até 10% de material carbonático.

3.2.3 Agregado graúdo

O agregado graúdo utilizado foi BRITA 0 - possui densidade $T_b = 2,7 \text{ g/cm}^3$ e diâmetro máximo $\varnothing_{\text{máx}} = 9,5\text{mm}$ e peso específico $\gamma = 1,0 \text{ g/cm}^3$

3.2.4 Água

Água potável, sua densidade é de 1000 kg/m^3 .

3.2.5 Fibras de vidro

A fibra utilizada apresenta como características: rápida molhagem, facilidade de corte, baixo desgaste das lâminas, baixa eletricidade estática, fácil remoção das bolhas de ar. O tipo da fibra é em roving CPIC 4000.

Tabela 1– Especificações da fibra utilizada

Módulo de Elasticidade	30-55 GPa
Deformação	2-4,5 %
Resistência última	517-1207 MPa

Fonte: FIBROTEC, 2017.

Na Tabela 1 são apresentados algumas especificações necessárias para conhecimento da mesma.

O teor de fibras que inseriu-se nos traços em estudo foi de acordo com o volume de concreto. O volume de concreto tem como valor 12,56 m³. O traço 2 que é o primeiro traço com fibras tem aclopado uma quantidade de 5% do volume de concreto, o traço 3 - 0,5 % do volume e o traço 4 - 0,25%. Calcula-se então:

- TRAÇO 2
 $5\% \rightarrow 0,05 \times 12,56 = 628$ gramas
- TRAÇO 3
 $0,5\% \rightarrow 0,005 \times 12,56 = 62,8$ gramas
- TRAÇO 4
 $0,25\% \rightarrow 0,0025 \times 12,56 = 31,4$ gramas

3.2.6 Aditivo SIKA plastificante

O aditivo utilizado na fabricação dos traços em estudo, foi o plastificante SIKA 5800. É um material de pega normal de terceira geração. Sua composição tem um composto químico que controla a incorporação de ar, permitindo alcançar concretos mais uniformes.

3.3 ESCRITA DO TRAÇO

Utilizando os dados dos materiais escolhidos, foi realizado 4 traços conforme as normas da ABNT-pelo método ABCP. De acordo com os fatores de cada concreto, obteve um desvio padrão para 25 MPa de 5,5 Mpa, com isso calculou-se um f_{cj} de 34,1 MPa (tensão média de dosagem aos 28 dias). O concreto utilizado foi o CP II Z 32, obtido no próprio laboratório de pesquisa. Após efetuados os cálculos obteve um traço unitário para 25 Mpa de 1:1,66:2,2:0,53 Kg (Cimento:Areia:Brita:Água). O consumo dos materiais em kg foram: Cimento=6,5 kg; Areia= 10,83 kg; Brita=14,35; Água=3,46 litros.

3.4 DETERMINAÇÃO DA COSISTÊNCIA PELO ABATIMENTO DO TRONCO DE CONE

Para início do procedimento molhou-se o molde, a placa e a haste. Quando estava-se preenchendo o molde o operador posicionou-se com os pés sobre as aletas de

molde mantendo-o estável, logo em seguida foi preenchido o molde em três camadas, cada uma das camadas com altura de um terço do molde, sendo cada uma compactada com 25 golpes com a haste, distribuídos de forma uniforme.

Logo após realizar os golpes necessários nas 3 camadas colocou-se na última camada excesso de concreto sobre a superfície do molde. Logo em seguida o mesmo foi retirado com cuidado puxando para cima em 10 segundos em movimento constante. Quando retirado totalmente o molde foi medido o abatimento com uma trena, através da altura do eixo do molde e altura do corpo desmoldado.

3.5 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL

Este ensaio é de grande relevância, além de ser muito preciso, tem baixo custo e fácil execução. Ele garante a verificação da qualidade de um concreto, sendo que a carga mais predominante em estruturas de concreto é a de compressão. Essa verificação de resistência é necessária para analisar o valor de fato da resistência do traço produzido e também manter uma padronização e qualidade de acordo com a NBR 5739 (ABNT, 2007). Os valores do resultado desse ensaio de resistência à compressão axial são mostrados na Tabela 2.

3.6 ENSAIO DE RUPTURA À TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL

Esse ensaio apresenta a resistência do concreto confeccionado. É muito eficaz e de fácil execução. Para todos os corpos de prova foram realizados ensaios de tração por compressão diametral seguindo as recomendações da NBR 7222 (ABNT, 2011). Os valores do resultado desse ensaio de resistência à tração por compressão diametral são mostrados na Tabela 3.

4 RESULTADOS

4.1 SLUMP TEST

Com resultado de slump test, pode-se verificar a trabalhabilidade do traço em estudo. Percebeu-se que mesmo com adição de aditivo plastificante não obteve

trabalhabilidade no mesmo como mostra a Figura 5. Não houve diferença da altura do molde com o troco de cone desmoldado, constata-se que fibras de vidro reduz significativamente a trabalhabilidade do concreto.

Figura 5- Abatimento do concreto



Fonte: Próprias Autoras, 2018.

4.2 COMPRESSÃO AXIAL

Tabela 2 – Resultados do ensaio de compressão axial

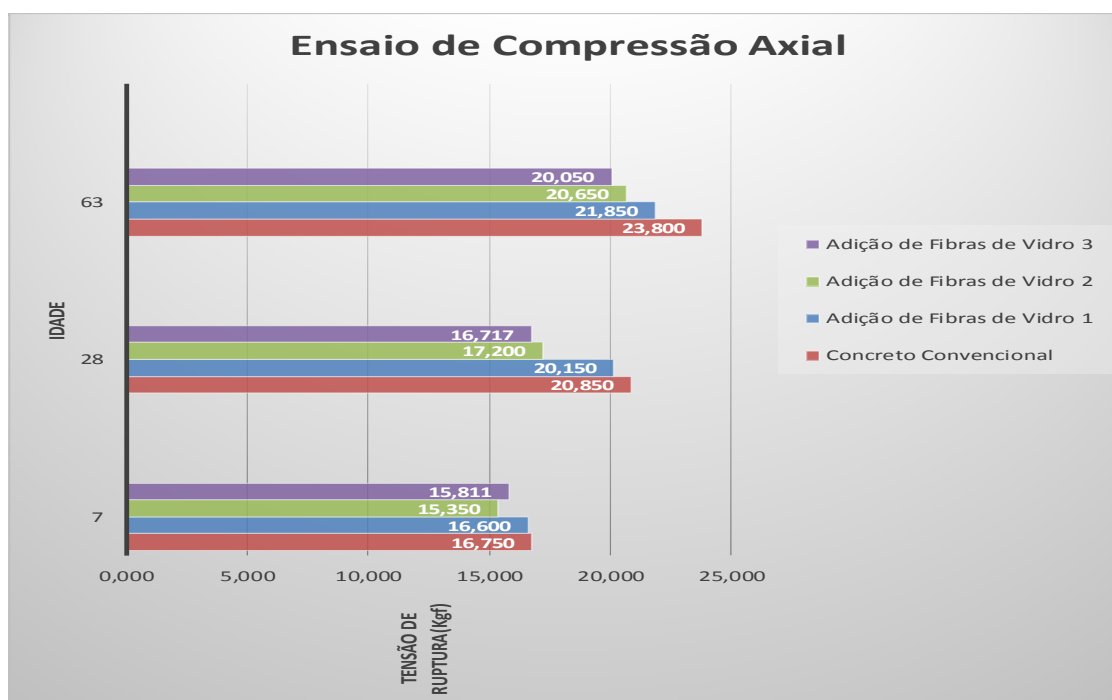
Data de Fabricação	06/12/2017		MPa de Fabricação	25	
Mateiral	Idade	DATA DE RUPTURA	Tensão de Ruptura (MPa)	Carga de Ruptura (kgf)	MÉDIA
Concreto Convencional	7	12/12/2017	16,4	13,110	16,750
		12/12/2017	17,1	13,690	
	28	02/01/2017	20,4	16,320	20,850
		02/01/2017	21,3	17,027	
	63	06/02/2017	23,5	18,786	23,800
		06/02/2017	24,1	19,265	
Adição de Fibras de Vidro 1	7	12/12/2017	16,2	12,950	16,600
		12/12/2017	17,0	13,590	
	28	02/01/2017	19,3	15,428	20,150
		02/01/2017	21,0	16,787	
	63	06/02/2017	22,5	17,986	21,850
		06/02/2017	21,2	16,947	
Adição de Fibras de Vidro 2	7	12/12/2017	15,2	12,151	15,350
		12/12/2017	15,5	12,391	
	28	02/01/2017	16,6	13,270	17,200
		02/01/2017	17,8	14,229	
	63	06/02/2017	19,9	15,908	20,650
		06/02/2017	21,4	17,107	
Adição de Fibras de Vidro 3	7	12/12/2017	15,7	12,515	15,811
		12/12/2017	16,0	12,762	
	28	02/01/2017	15,1	12,071	16,717
		02/01/2017	18,3	14,656	
	63	06/02/2017	18,1	14,469	20,050
		06/02/2017	22,0	17,587	

Fonte: Próprias Autoras, 2018.

Com os resultados obtidos observa-se que os traços com fibras não alcançou resistência maior que o traço base sem fibras. A fibra utilizada não mostrou eficácia quando submetida a compressão axial como mostra a Tabela 2. O traço de concreto convencional sem fibras alcançou uma maior resistência que os demais.

No Gráfico 1 é mostrado o resultado da Tabela 2 em forma de gráfico. Com clareza observa-se no gráfico o traço de vermelho que representa o concreto convencional está superior aos demais traços com fibras de vidro, mostrando que este alcançou maior resistência.

Gráfico 1 – Gráfico de comparação para ensaio de compressão axial



Fonte: Próprias Autoras, 2018.

4.3 TRAÇÃO

No ensaio de tração por compressão diametral verificou-se que o traço 4 que tem a quantidade de teor de fibras de 31,4 gramas, aos 63 dias apresentou maior resistência do que o traço convencional de concreto. Desta forma verificou-se que a fibra de vidro quando adicionada em quantidade correta aumenta a resistência do concreto quando este estiver submetido à tração, tornando – o mais dúctil (Tabela 3).

Tabela 3 – Resultados do ensaio de tração por compressão diametral

Data de Fabricação	06/12/2017		Mpa de Fabricação	25	
Mateiral	Idade	DATA DE RUPTURA	Tensão de Ruptura (Mpa)	Carga de Ruptura (Kgf)	MÉDIA
Concreto Convencional	7	12/12/2017	2	6,280	2,050
		12/12/2017	2,1	6,594	
	28	02/01/2017	2,4	7,630	2,350
		02/01/2017	2,3	7,312	
	63	06/02/2017	2,6	8,266	2,500
		06/02/2017	2,4	7,630	
Adição de Fibras de Vidro 1	7	12/12/2017	1,4	4,430	1,400
		12/12/2017	1,4	4,530	
	28	02/01/2017	1,7	5,480	1,950
		02/01/2017	2,2	7,090	
	63	06/02/2017	2,3	7,222	2,100
		06/02/2017	1,9	5,966	
Adição de Fibras de Vidro 2	7	12/12/2017	1,5	4,820	1,500
		12/12/2017	1,5	5,200	
	28	02/01/2017	2,2	6,800	2,233
		02/01/2017	2,3	7,470	
	63	06/02/2017	2,2	6,790	2,350
		06/02/2017	2,5	7,820	
Adição de Fibras de Vidro 3	7	12/12/2017	1,6	4,900	1,800
		12/12/2017	2,0	6,240	
	28	02/01/2017	1,4	5,800	1,650
		02/01/2017	1,9	6,100	
	63	06/02/2017	2,3	7,420	2,533
		06/02/2017	2,8	8,420	

Fonte: Próprias Autoras, 2018.

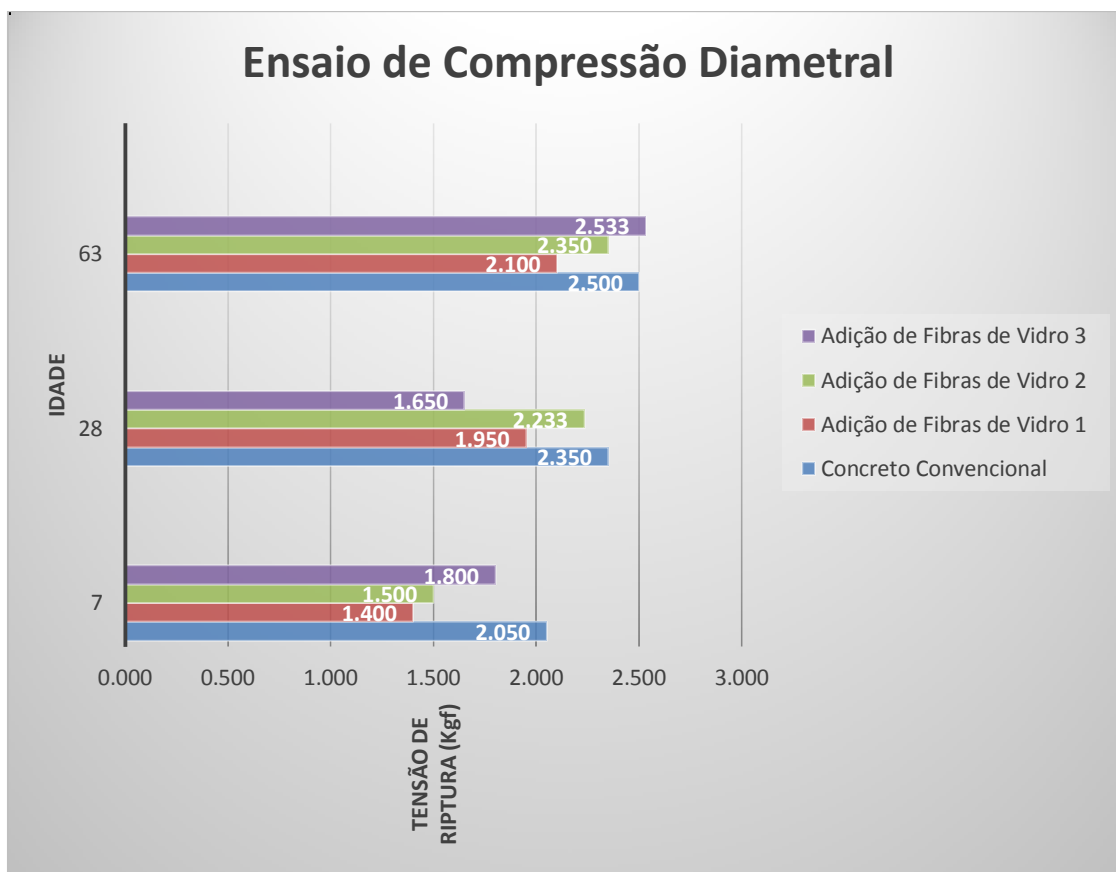
No Gráfico 2 examina com melhor visualização os resultados da Tabela 3 em forma de gráfico. Verifica-se que o traço como 0,25% do volume de concreto no gráfico o traço lilás, aos 63 dias apresentou maior resistência do que o traço azul representado pelo concreto convencional. Desta maneira a fibra adicionou uma certa resistência ao concreto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O traço com fibras que foi mais eficaz quanto a resistência à tração foi o traço 4, que tem uma quantidade de fibras de 31,4 gramas, 0,25% do volume de concreto. Observou-se que a quantidade de fibra está intrinsecamente ligada a capacidade resistente da matriz de concreto. Já na resistência à compressão a fibra utilizada não foi eficiente, porém observa-se que o maior teor de fibra que é o de 5% do volume concreto

atribuiu melhor resistência que os demais traços com fibras de 0,5% e 0,25%. Portanto a quantidade de fibras que deve ser colocada depende também de qual tipo de carregamento a matriz vai ser submetida, se a tração ou compressão.

Gráfico 2– Gráfico de comparação para ensaio de compressão diametral



Fonte: Próprias Autoras, 2018.

No ensaio de slump test constatou que fibras de vidro reduz significamente a trabalhabilidade, houve uma grande dificuldade quanto a dosagem dos traços sendo necessário a adição de aditivo plastificante. Após observar os resultados alcançados, verifica-se que a fibra de vidro é uma alternativa viável que precisa ser estudada.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. 2. ed. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 7222**: Argamassa e concreto - Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2011.

CAMPOS, Rachel; TORRES, Tatiana Juodinis Velloso; KITNER, Michelle Rebeca. **CONSTRUÇÃO CIVIL: passo a passo da construção: desde a escolha do terreno até o acabamento**. 1. ed. São Paulo: DCL- Difusão Cultural do Livro Ltda, 2011. 375 p

FIGUEIREDO, A. D. **Concreto reforçado com fibras**. Tese (Livre-Docência). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. 248p. São Paulo, 2011.

ISAIA, Geraldo Cechella. **A evolução do concreto estrutural**. Concreto: ciência e tecnologia. Revista Ibracon. 1. ed. Vol. 1. São Paulo: Ibracon, 2011.

LAMEIRAS, Rodrigo de Melo. **Contribuição ao estudo das propriedades dos materiais cimentícios reforçados com fibras de vidro**. 255f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre,2007.

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: PINI,2008.

SCHWARTZ, M. M. **Composite Materials Handbook**, New York, McGrawhill,1984.