

INFLUÊNCIA DO REFORÇO DE FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE UMA MATRIZ CIMENTÍCIA DE ULTRA-ALTO DESEMPENHO

ALEXANDRE ANASTACIO KOUMOULENTZOS¹; JOSÉ AMÉRICO ALVES SALVADOR FILHO²

¹ Graduando em Engenharia Civil, Bolsista PIBITI/CNPq, IFSP, Câmpus Caraguatatuba, alexandre.koumoulentzos@hotmail.com.

² Professor Dr., Engenharia Civil, IFSP, Câmpus Caraguatatuba, jasalvador@ifsp.edu.br
Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.01.01.00-0 Construção Civil

Apresentado no

10º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP ou no 4º Congresso de Pós-Graduação do IFSP

27 e 28 de novembro de 2019- Sorocaba-SP, Brasil

RESUMO: O Concreto de Ultra- Alto Desempenho (CUAD) é uma classe de concreto que possui propriedades mecânicas superiores à de um concreto convencional e, dentre os diversos fatores que contribuem para este aspecto, a adição de fibras na sua composição tem relação direta com a elevação dessas características. Desta forma, o objetivo desse trabalho é estudar e analisar a influência da incorporação de fibras de polietileno de alta densidade nas propriedades mecânicas de um CUAD, comparando os resultados das amostras de 1% e 2% da fibra com uma amostra referência de 0%.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto Ultra-Alto Desempenho (CUAD), Fibra de Polietileno de Alta Densidade

INFLUENCE OF THE HIGH DENSITY POLYETHYLENE FIBER CORE ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF AN ULTRA HIGH PERFORMANCE CIMENTICIOUS MATRIX

ABSTRACT: The Ultra High Performance Concrete (UHPC) is a concrete class, which presents superior mechanical properties compared to ordinary concrete, and, among the various contributing factors to this feature, fiber incorporation in it composition has a direct relationship with the improvement of these characteristics. In this way, the aim of this work is to study and analyze the influence of the high-density polyethylene fibers incorporation on mechanical properties in the UHPC, comparing the results of the samples with 1% and 2% of fiber with a reference sample of 0%.

KEYWORDS: Ultra High Performance Concrete (UHPC), High Density Polyethylene fiber

INTRODUÇÃO

No âmbito atual da construção civil, o Concreto de Ultra- Alto Desempenho (CUAD) surge como uma classe de concreto que possui desempenho das propriedades mecânicas superior ao do concreto convencional, alcançando geralmente resistência à compressão acima dos 150 MPa, além de ter alta durabilidade e possuir um comportamento dúctil (ABBAS, S., SOLIMAN,

A. M., NEHDI, M. L.; 2015). Essas propriedades são proporcionadas por meio de diversos fatores, tais como alto teor de cimento e ausência de agregados graúdos na composição, uso de superplastificantes, tornando a relação água-ligante baixa, matriz cimentícia homogênea, baixa porosidade e adição de fibras (ABBAS, S.; NEHDI, M. L.; SALEEM, M. A.; 2016). O reforço de fibras na matriz do CUAD é de extrema importância, visto que proporciona além de resistência a tração e flexão, um comportamento dúctil ao concreto, dispensando a utilização de armaduras de ferro, pois o CUAD sofre pequenas fissuras que são refreadas pelas fibras, garantindo resistência pós-fissuração até atingir sua pressão máxima, sendo este comportamento nomeado como “pseudo strain-hardening” (SALVADOR FILHO et al; 2017).

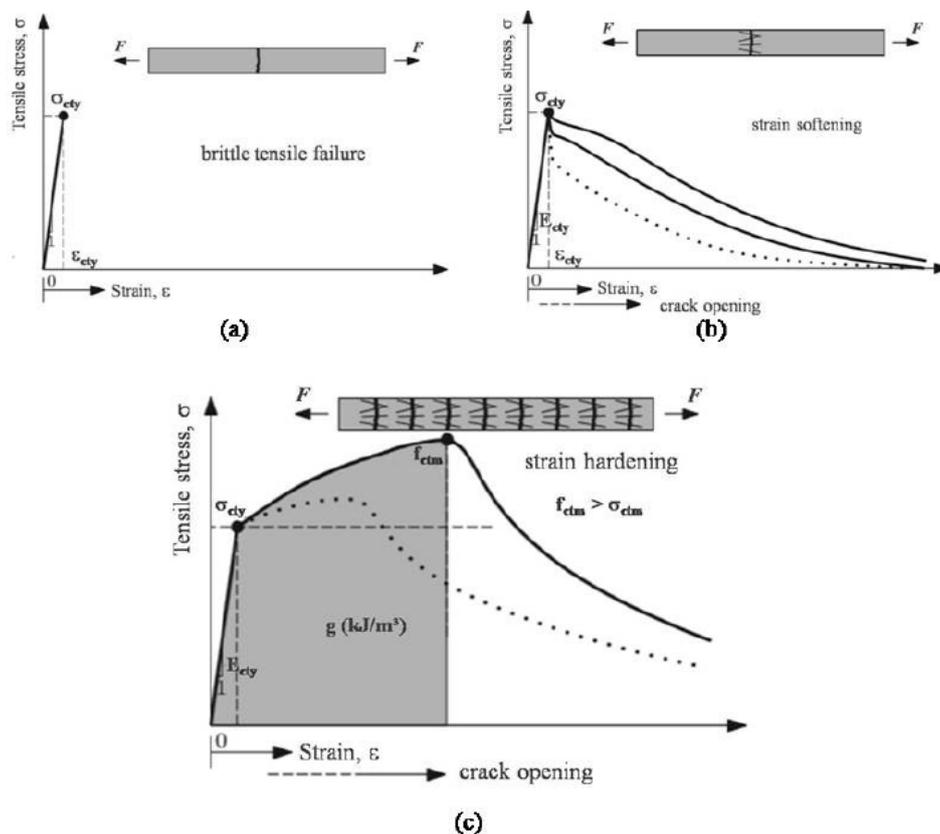


Figura 1 – Curva de “Strain-Stress” para (a) concreto convencional; (b) concreto reforçado com fibras; e (c) UHPFRCC (adaptado de Ranade et al)

Numa mistura de CUAD reforçado com fibras de polietileno apresenta uma diminuição da sua resistência à compressão, comparado com uma matriz cimentícia padrão (sem reforço de fibras), entretanto, apresenta um aumento na resistência a flexão quando adicionado um maior teor da fibra. Também, como o peso específico da fibra é baixo, a matriz cimentícia se torna mais leve em relação a uma matriz de concreto convencional.

MATERIAL E MÉTODOS

Na mistura do CUAD foram utilizados os seguintes materiais: cimento Portland do tipo CP V-ARI RS de alta resistência inicial, água em temperatura menor que a ambiente, areia artificial produzida a partir da britagem de gnaiss, sílica ativa, que promove maior resistência e diminuição da porosidade do concreto ao reagir com hidróxido de cálcio, superplastificante em pó para promover a trabalhabilidade e auto adensamento e fibras de polietileno de alta densidade da marca Honeywell Spectra, produto da família S-900 Spectra Fiber 650-926. O traço utilizado foi baseado no compósito cimentício de ultra alto desempenho desenvolvido por SALVADOR FILHO et al (2017), com resistência à compressão entre 120 MPa e 150 MPa, com adaptações para a utilização de aditivos em pó. O traço utilizado está apresentado na tabela 1 a seguir:

TABELA 1. Traço utilizado

Material	γ (g/cm ³)	%	traço
Cimento	3,160	-	1,000
Sílica	2,385	10,0%	0,075
Agregado miúdo	2,705	-	1,053
Superplastificante	0,600	1,5%	0,015
Água	1,000	-	0,235
Fibra de polietileno	0,970	0%, 1% e, 2% em volume	

Os métodos de moldagem e cura das amostras empregados foram os estabelecidos na norma da ABNT: NBR 5738. Foram feitos três traços distintos com teores de 0%, 1% e 2% de fibra na matriz cimentícia. Moldaram-se 24 corpos de prova (CP) para cada traço, 18 cilíndricos e 6 prismáticos, totalizando 72 CPs. Dos 24 CPs, todos os prismáticos e 12 cilíndricos foram submetidos a testes de resistência mecânica e 6 cilíndricos foram utilizados para testes de propriedades físicas, seguindo as normativas da ABNT: NBR 5739; NBR 7222; NBR 13279 e NBR: 9778.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os corpos de prova, após desmoldagem, foram submetidos a cura em água a temperatura ambiente por 7 dias e 28 dias. Aos 7 dias, foram feitos ensaios de tração na flexão e compressão em 2 CPs prismáticos e, aos 28 dias, foram feitos os ensaios de tração, compressão e determinação de algumas propriedades físicas dos CPs restantes. Logo abaixo se encontram as tabelas com os resultados médios obtidos para cada teor de fibra no concreto.

Com os resultados apresentados no Gráfico 1 e 2, construído com os dados da Tabela 2, foi possível observar que houve um aumento em relação à resistência a tração R_t de 41% da matriz cimentícia de referência (0%) para a de 2% aos 7 dias, e um aumento de 23,5% aos 28 dias. Entretanto ocorre uma queda na resistência à compressão R_c de 6,3% em relação à matriz de 1%, e 15,2% em relação a matriz de 2% aos 28 dias. Já nos CPs cilíndricos, houve um aumento na resistência à compressão diametral $f_{t,sp}$ de 37% entre a matriz de 0% e 2%, enquanto que na compressão axial há um aumento da resistência entre a matriz de 0% e 1%, de 11%, mas há uma queda equivalente a 16,5% em relação à matriz de 2%.

TABELA 2. Valores médios, em megapascal (MPa), dos resultados obtidos em cada teste, utilizando teores de 0%, 1% e 2% de fibra de polietileno

% Fibra	NBR 13279				NBR 5739	NBR 7222
	Tração na Flexão 7 dias R_{t7} (MPa)	Tração na Flexão 28 dias R_{t28} (MPa)	Compressão 7 dias R_{c7} (MPa)	Compressão 28 dias R_{c28} (MPa)	Compressão Axial 28 dias f_c (MPa)	Compressão Diametral 28 dias $f_{t,sp}$ (MPa)
0%	21,3	25,4	36,1	62,9	75,0	7,3
1%	20,6	24,2	45,6	58,8	83,4	8,5
2%	21,0	31,2	33,5	56,0	62,7	10,0

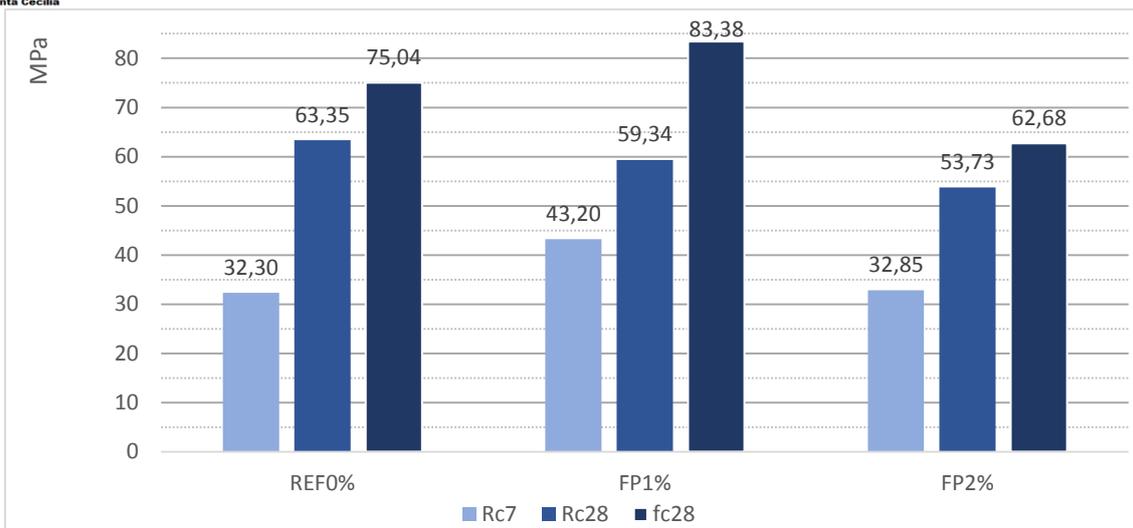


Gráfico 1. Resistência à compressão aos 7 dias (R_{c7}), resistência à compressão aos 28 dias (R_{c28}) e resistência à compressão axial aos 28 dias (f_{c28})

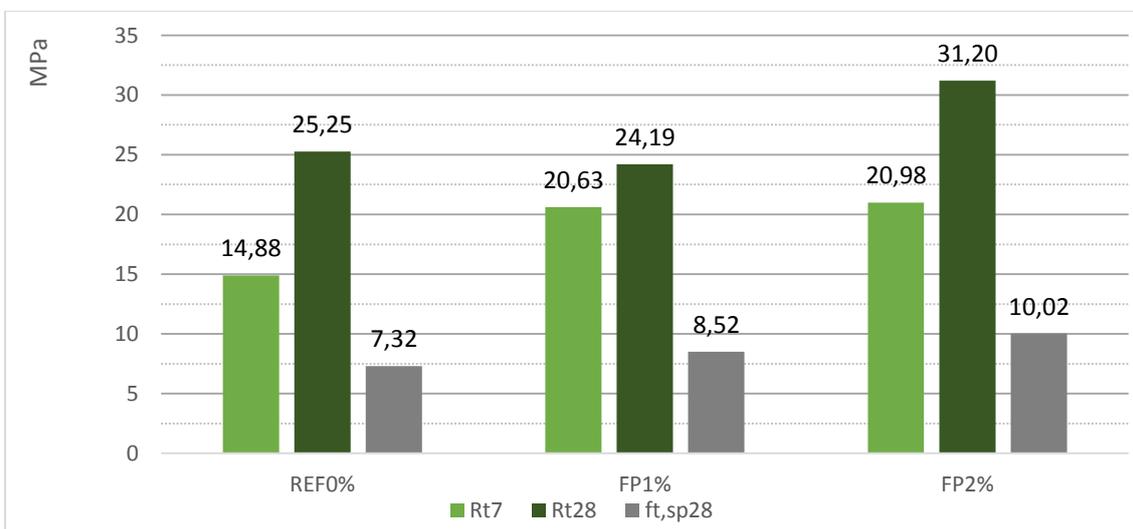


Gráfico 2. Resistência à tração por flexão aos 7 dias (R_{t7}), resistência a tração na flexão aos 28 dias (R_{t28}) e resistência a compressão diametral aos 28 dias ($f_{t,sp}$)

Já com base na Tabela 3 é possível inferir que o aumento do teor da fibra na matriz cimentícia ocasionou uma diminuição no índice de absorção de água, índice de vazios e massa específica, onde a queda corresponde a, respectivamente, 13%, 17% e 5% em relação a matriz de referência.

TABELA 3. Valores médios de absorção de água, índice de vazios e massa específica seca de cada amostragem com teores de fibra de 0%, 1% e 2%

Teor de Fibra	Absorção de Água (%)	Índice de Vazios (%)	Massa Específica Seca
0%	1,98	4,52	2,179
1%	1,72	3,93	2,201
2%	1,73	3,75	2,075

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos das resistências mecânicas dos corpos de prova, foi possível concluir que nos CPs prismáticos, o aumento do teor da fibra de polietileno no compósito proporcionou a elevação da resistência à tração na flexão, entretanto a quantidade de fibra ocasionou a diminuição da resistência à compressão. Nos CPs cilíndricos, o aumento do teor de fibra proporcionou um aumento na resistência a compressão diametral, mas causou a diminuição da resistência a compressão axial. Os resultados de resistência à compressão axial foram bastante abaixo do esperado pelo traço utilizado, indicando uma potencial incompatibilidade entre o cimento e aditivo utilizados.

Já nos testes de caracterização física, os compósitos com 2% de teor de fibra de polietileno apresentaram a menor absorção de água, menor índice de vazios e menor massa específica em relação aos outros compósitos moldados.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio dado em relação a iniciação científica, ao meu orientador e ao grupo de estudantes que me ajudaram e foram de extrema importância para o andamento e conclusão deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABBAS, S., SOLIMAN, A. M., NEHDI, M. L. Exploring mechanical and durability properties of ultra-high performance concrete incorporating various steel fiber lengths and dosages. **Construction and Building Materials**, v. 75, p.429-441, 2015.

ABBAS, S., NEHDI, M. L., SALEEM, M. A. Ultra-High Performance Concrete: Mechanical Performance, Durability, Sustainability and Implementation Challenges. **International Journal of Concrete Structures and Materials**, v.10, n.3, p. 271-295, 2016.

RANADE, R.; STULTS, M.D.; LI, V.C.; RUSHING, T.S.; ROTH, J.; HEARD, W.F. **Development of high strength high ductility concrete**. 2nd International RILEM Conference on Strain Hardening Cementitious Composites. Rio de Janeiro, RILEM, 2011

SALVADOR FILHO, J. A. A. FERREIRA, F. G. S. SOARES, S. M. BRESCHI, G. L. S. ESPIRITO SANTO, J. M. **Influência da utilização de pó de vidro em substituição ao cimento Portland na resistência à compressão de matrizes cimentícias de ultra alta resistência**. 59º Congresso Brasileiro do Concreto. Anais...Bento Gonçalves: Ibracon, 2017