

INFLUENCE OF THE ADDITION OF UHMW POLYETHYLENE IN PARTIAL REPLACEMENT OF SAND ON THE CONCRETE PROPERTIES

Veridiane Dalcin Mello, Gabriele Juliani Jacques, Álisson Renan Stochero da Silva, Flávio Kieckow

Universidade Regional do Alto Uruguai e das Missões – URI
Departamento de Engenharias e Ciência da Computação, Campus universitário – Santo Ângelo - RS

very_dmello@hotmail.com, gabijack@hotmail.com, alissonstochero@hotmail.com,
fkieckow@santoangelo.uri.br

Abstract. *Currently, one of the biggest global concerns is the reduction of pollution of the environment generated by solid waste from industry. The reuse of waste polymers in concrete is one of the options found to reduce improper disposal of this material. The UHMW is an engineering polymer with good mechanical properties as strength, impact and tear, thus seeks to insert this polymer machining chips in the concrete. The waste is not reused by the company because of the difficulty of reprocess it. Therefore, this research will be used as-is produced by the machining process. Against this backdrop, this study has the intention to use this waste as lightweight artificial aggregate in the partial replacement of fine aggregate (sand) in the manufacture of concrete. The blank sample (testimony) is produced using a dash 1: 5 and a curing time of 7 and 28 days in a humid chamber. Two other samples with addition of 4 and 7% of chip UHMW are produced under the same conditions. It analyzes the influence of the residue in water absorption, density, compression strength and modulus of elasticity. These results showed that adding 4% UHMW obtained better workability and influence on a reduction in resistance to compression 19.86% what limits the applications where this effort required, the samples with added a significant amount of absorbed water possibly due to porosity such as expected and there was obtained a reduction in density of the concrete due UHMW be less dense than sand. Proposes future work, one to increase the properties of concrete and other it is the application of low-strength concrete in people traffic pavements.*

Palavras-chave: Resíduo, Concreto, UHMW.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da produção industrial trás consequências como os problemas de poluição ambiental e geração de resíduos sólidos. Uma das soluções mais simples e econômica é a reciclagem ou a reutilização desses resíduos. Dentre os materiais que mais cresceu o consumo e o uso, estão os polímeros, gerando um grande volume de resíduo.

A reciclagem e a reincorporação de um rejeito em um processo produtivo são as soluções mais indicadas para o manejo da grande maioria dos resíduos, reduzindo assim custos, além de preservar recursos naturais não renováveis. A construção civil tem absorvido parte destes resíduos, transformando-os em subprodutos importantes, os quais podem ser igualmente eficientes, além de ecologicamente corretos.

Com adições de polímero aos concretos, este passa por algumas alterações de comportamento devido à função das características dos cavacos e da sua interação com o concreto. Quando ocorre a adição, este deixa de ter o caráter frágil, devido ao fato do cavaco servir como ponte de transferência de tensões pelas fissuras, minimizando a concentração de tensões nas extremidades das mesmas, conforme Figueiredo [1].

Dentre os polímeros que podem ser utilizados como agregado no concreto está o polietileno de ultra alto peso molecular (PEUAPM), também conhecido como

UHMW, um polímero de engenharia com alta resistência à abrasão e ao impacto e baixo coeficiente de fricção.

Este trabalho tem como objetivo avaliar as propriedades físicas e mecânicas do concreto com a adição de cavacos de UHMW em porcentagens de 4 e 7% em substituição do agregado convencional (areia), para analisar a influência desta substituição na resistência a compressão, módulo de elasticidade, densidade e na absorção de água do concreto.

2. METODOLOGIA

2.1 Materiais utilizados

Para a fabricação dos corpos de prova, utilizaram-se cavacos de UHMW já reprocessados, apresentados na Fig. 1. Os cavacos foram peneirados por uma peneira com abertura de 4,75 mm, segundo a norma NBR 7211 [2]. Utilizou-se também areia peneirada por uma peneira com abertura de 2,4 mm, brita do tipo um, cimento do tipo Portland CII-Z-32 e água de poço artesiano.



Figura 1. Cavaco de usinagem do UHMW

2.2 Confeções dos corpos de prova

Fabricaram-se três modelos de corpos de prova, dispostos da seguinte forma: testemunho, amostras com 4 e 7% em peso de agregado polimérico, utilizando traço de 1:5, sendo esse 1:2,06:2,94 (cimento, areia e brita, respectivamente). A cada componente acrescentado na betoneira misturou-se por cerca de 30 segundos.

Confeccionaram-se três corpos de prova de cada modelo, com moldes 10x20cm,

lubrificados com uma camada de óleo desmoldante para facilitar a desmoldagem, conforme a norma NBR 5738 [3]. Colocou-se a mistura nos moldes e aplicou-se uma vibração para uma melhor homogeneização. Os corpos de prova foram desmoldados após 24h e colocados em câmara úmida a uma temperatura de 22 a 24°C e uma umidade relativa que varia de 90 a 94%, para posterior análise das amostras com um tempo de cura de 7 e 28 dias.

Antes da realização dos ensaios, as amostras foram colocadas em estufa a 45°C durante 12h, com posterior pesagem e imersão das mesmas em água a temperatura ambiente por 24h para posterior realização de novas pesagens.

2.3 Ensaio de densidade

Mede-se o comprimento (h) e o raio (r) do corpo de prova. Pesa-se após a retirada da estufa em uma balança analítica, para obtenção da massa seca (m_s) e a partir da Eq. (1) obtêm-se o valor da densidade (d) de cada amostra.

$$d = \frac{m_s}{h \cdot \pi \cdot r^2} \quad (1)$$

2.4 Ensaio de absorção de água

Retiram-se as amostras da estufa mantida a 45°C por 12h, pesa-se para obter a massa seca de cada corpo de prova. Em seguida coloca-se em um tanque com água, permanecendo submerso por 24h. Posteriormente esse período pesa-se novamente para a obtenção da massa úmida (m_u). Utiliza-se a Eq. (2) para aquisição do índice de absorção de água (I).

$$I = \frac{m_u - m_s}{m_s} \cdot 100 \quad (2)$$

2.5 Ensaio de compressão

O ensaio de compressão é executado em uma máquina da marca EMIC, com força

máxima de 2000 kN, como mostrado na figura 2. Ensaíram-se os corpos de prova após 7 e 28 dias, com parâmetros de acordo com a norma NBR 5739 [4].

O módulo de elasticidade pode ser definido como sendo a relação entre a tensão aplicada e deformação instantânea dentro de um limite proporcional adotado, este é calculado pelo software TESC durante o ensaio.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Densidade

O UHMW possui uma densidade menor ($0,925\text{g/cm}^3$) que a areia natural ($1,60\text{g/cm}^3$), impondo ao concreto uma redução de sua densidade quando comparado ao testemunho.

A adição de 4 e 7% de UHMW proporcionou uma diminuição na densidade de 6,55 e 6,39% respectivamente após 7 dias, quando comparado ao testemunho.

Já, após 28 dias, a redução de densidade para a adição de 4% de UHMW foi de 3,78% e com 7% foi de 7,13%. Conforme os resultados obtidos à densidade dos corpos de prova com agregado foi inferior ao do testemunho, justamente pela densidade do polímero ser menor que a da areia.

3.2 Absorção de água

O ensaio de absorção de água, após 7 dias de cura, resultou em um aumento de 4,66% e 1,87% para 4 e 7% de adição de UHMW respectivamente, quando comparado com o testemunho.

Após 28 dias, o aumento da absorção de água para a adição de 4% de UHMW foi de 17,41%, já para o concreto com 7% de UHMW foi de 39,29%. Esses resultados são a média dos três corpos de prova.

Esse resultado é em virtude do formato irregular dos cavacos de UHMW serem propícios à formação de vazios em sua cavidade interna, aumentando então o teor de vazios no concreto.

3.3 Propriedades mecânicas

Os resultados obtidos pelo ensaio de compressão com 7 dias estão apresentados nas Tabelas 1 e 2. Observa-se que a adição de 4 e 7% de UHMW resultou respectivamente uma redução de 18,35 e 26,36% na resistência do concreto e uma diminuição de 21,4 e 34,42% no módulo de elasticidade.

Tabela 1. Resultados ensaio de compressão com 7 dias, resistência efetiva (MPa)

	Testemunho	4%	7%
CP1	28,79	25,91	22,26
CP2	28,62	23,34	23,34
CP3	31,70	23,51	20,02
Média	29,70	24,25	21,87

Tabela 2. Resultados ensaio de compressão com 7 dias, módulo de elasticidade (MPa)

	Testemunho	4%	7%
CP1	29,5	28,8	20,7
CP2	25,5	19,5	15,1
CP3	33,3	21,1	22,1
Média	29,43	23,13	19,3

Analisa-se nas Tabelas 3 e 4 os resultados do ensaio de compressão com 28 dias, conferindo uma redução na resistência do concreto de 19,86% com 4% de UHMW e 41,91% com 7% de UHMW, o que restringe a aplicações onde exige esforços. Já no módulo de elasticidade ocorreu uma diminuição de 19,95% com 4% de UHMW e de 39,15% com 7% de UHMW.

Tabela 3. Resultados ensaio de compressão com 28 dias, resistência efetiva (MPa)

	Testemunho	4%	7%
CP1	35,89	29,88	20,86
CP2	38,85	30,77	21,89
CP3	38,84	30,36	23,24
Média	37,86	30,34	21,99

Tabela 4. Resultados ensaio de compressão com 28 dias, módulo de elasticidade (MPa)

	Testemunho	4%	7%
CP1	21,70	25,50	23,20
CP2	41,80	30,30	20,10
CP3	40,70	27,60	20,10
Média	34,73	27,80	21,13

Como o UHMW possui um volume muito maior do que a areia, a substituição de um pelo outro requer que o traço utilizado seja reavaliado, ou seja, as quantidades de materiais usados sejam reexaminadas para compensar a redução de resistência.

O concreto com UHMW obteve uma redução de sua resistência. Isto ocorre porque nesta situação o módulo de elasticidade do concreto também é baixo e as deformações estão associadas a um baixo nível de tensão, compatível com aquele absorvido pelos cavacos.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversos fatores podem afetar a execução dos ensaios com corpos de prova de concreto, pois é uma etapa importante e influente no processo. Por isso é necessário uma padronização dos ensaios e providenciar a homogeneização do processo de cura dos corpos de prova. Essas medidas foram previstas, e conseqüentemente tomados os devidos cuidados para a padronização dos todos os corpos de prova.

A porcentagem de UHMW mais vantajosa em relação ao testemunho é a de 4%, pois esta teve um equilíbrio entre as variáveis analisadas.

Mas percebe-se que os resultados não foram os esperados, principalmente a resistência a compressão, ficando aproximadamente 20% menos resistente comparado do testemunho.

Pensando em trabalhos futuros, uma solução proposta para aumentar as propriedades do concreto com adição do UHMW, seria usar algum aditivo para que se consiga valores melhores de resistência.

Outra proposta é a aplicação desse concreto de baixa resistência em pavimentos de tráfego de pessoas, que não exigem uma resistência alta para o concreto.

REFERÊNCIAS

- [1] A.D. Figueireido, Concreto com Fibras de Aço, Escola Politécnica Da Universidade De São Paulo – PCC USP, 2000, p. 70.
- [2] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005). NBR 7211 – Agregados para concreto - Especificação. 2ª ed. Rio de Janeiro. 11p.
- [3] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (2003). NBR 5738 - Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro. 6p.
- [4] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (2007). NBR 5739 – Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. 2ª ed. Rio de Janeiro. 9p.
- [5] P. M. Correa e R. M. C. Santana, “Influência da adição de PP provinda das embalagens alimentícias nas propriedades do concreto leve,” 21ºCBECIMAT, UFRGS – RS, 2014.