

A APLICAÇÃO DE FIBRAS DE GARRAFA PET COMO AGREGADO ESTRUTURAL DO CONCRETO

André Luís de Oliveira Júnior², Adonai Gomes Fineza³, Erlon Lopes Pereira⁴

Resumo: *A utilização de materiais reciclados na construção pode se configurar num importante canal de eliminações de resíduos urbanos que de outra forma seriam depositados em qualquer lugar aumentando o custo de deposição e tratamento, afetando o meio ambiente de forma agressiva e sem controle. Objetiva-se neste trabalho otimizar a relação entre a quantidade de fibras de PET em termos de porcentagem e o comprimento das fibras utilizadas para obter um concreto com resistência de tração e compressão superior ao concreto de referência. Os resultados demonstraram que a inserção de fibras provenientes de garrafas PET no concreto aumentou a capacidade do concreto em resistir a tensões de compressão (C_n) e tração (T_n). Os resultados obtidos nesta pesquisa podem ser utilizados para previsão de valores de eficiência de compressão e tração em função dos parâmetros operacionais comprimento e volume de fibras do PET, o que pode estimular o uso de concreto ecológico por empresas construtoras e empreiteiras.*

Palavras-chave: *Compressão do concreto, fibras, flexão do concreto, reciclagem, tração do concreto.*

Introdução

De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) o concreto é um dos produtos mais consumido no mundo, e vem sendo um objeto de amplo estudo, que analisa e projeta tendências para o segmento mais importante da cadeia produtiva da construção civil. O concreto é um material integrante de praticamente todas as construções, de edificações residenciais a grandes obras de infraestrutura do País. (ABCP, 2015).

²Graduando em Engenharia Civil – FACISA/UNIVIÇOSA. e-mail: oliveiraandre66@yahoo.com.br

³Professor e coordenador do curso de Engenharia Civil – FACISA/UNIVIÇOSA. e-mail: engcivil@univicoso.com.br

⁴Professor do departamento de Química – UFV. E-mail: erlonlopes@gmail.com

Em longo prazo existem pesquisas focadas no meio ambiente, como, por exemplo, os concretos fotocatalíticos, que minimizam as emissões dos gases dos veículos nos grandes centros urbanos. As empresas também estão buscando soluções para a diminuição do consumo de energia, modernizando seus equipamentos. Entretanto, o fato que vem chamando a atenção de diversos pesquisadores é a otimização na utilização de agregados e o desenvolvimento de aditivos verdes permite que o concreto se adeque ainda mais às finalidades que se destina.

Neste contexto, o uso de fibras poliméricas como fibras de garrafa PET tem se tornado atrativo para reforçar materiais como concretos e argamassas, especialmente nos últimos anos. De acordo com Mehta e Monteiro (2008) a adição de fibras tem a finalidade de evitar a fissuração ou propagação de fissuras no concreto, levando ao aumento a tenacidade e resistência ao impacto. Com base nos trabalhos realizados pelos mesmos autores a adição de baixos volumes de fibras (<1% em relação ao volume do concreto) adicionadas ao concreto minimizam problemas de fissuração por retração plástica e por secagem.

Nesta pesquisa será utilizada a fibra do PET, que é hoje uma resina muito popular e com uma das maiores taxas de crescimento em aplicação como material de embalagem. De acordo com Forlim e Faria (2011), estudos realizados com o PET têm mostrado diversas possibilidades de reutilização deste material, pois é um poliéster 100% reciclável e um dos plásticos mais reciclados em todo o mundo.

Visto o exposto, este trabalho objetivou avaliar o uso de fibras provenientes de resíduos de garrafa PET na produção de concreto ecológico e estudar o efeito sinérgico entre o comprimento e a porcentagem dessas fibras nas propriedades mecânicas de tração e compressão do concreto.

Material e Métodos

Os agregados (brita e areia) e o aglomerante (cimento Portland) utilizados no concreto foram ensaiados em laboratório a fim de se obter os parâmetros ideais para uso em concreto. As fibras de polietileno tereftalato (PET) foram provenientes de garrafas PET encontradas no lixo devido ao descarte para encaminhamento a aterros e lixões após o consumo do produto. Foi utilizado o aditivo retardador de pega da Bauchemie Brasil a um volume de 0,6% em relação ao peso do cimento.

Como aglomerante foi utilizado o Cimento Portland Tipo II composto por escória com classe de resistência de 32MPa aos 28 dias (CP II E 32). A areia utilizada foi a areia natural quartzosa e através do ensaio de composição granulométrica explicitado na NBR NM 248, foram obtidos os valores de dimensão máxima característica de 4,8mm e módulo de finura de 2,66. O material graúdo utilizado foi a Brita 1 Arcósica foi classificado através da NBR NM 52 em termos de absorção e massa específica saturado superfície seca. O agregado graúdo obteve absorção de 0,4% e massa específica saturada superfície seca de 2714 kg m⁻³.

A matriz experimental contendo as combinações de comprimento de fibras e volume de fibras utilizadas para otimização do processo estão descritas na Tabela 1. Os comprimentos e teores foram escolhidos através de estudos preliminares que indicaram que um volume de fibra maior do que 0,30% provocam problemas graves de homogeneidade e de trabalhabilidade. Dessa forma, foram adotados os valores de 0,1% (nível baixo), 0,2% (composto central) e 0,3% (nível alto) em relação ao volume total do concreto. E comprimentos de 10mm (nível baixo), 15mm (composto central) e 20mm (nível alto). O traço de concreto que foi utilizado como padrão apresentou as composições de cimento, areia e brita de 1:2:2, respectivamente.

TABELA 1 – Matriz experimental utilizada no DCC com valores dos pontos centrais, fatoriais e axiais.

Ensaio	Comprimento (mm)	Porcentagem (%)
1	10	0,1
2	10	0,3
3	20	0,1
4	20	0,3
5	7,9	0,2
6	22,0	0,2
7	15,0	0,05
8	15,0	0,34
9	15,0	0,2
10	15,0	0,2
11	0,0	0,0

Para cada experimento, foram moldadas seis amostras, sendo três para serem rompidas por compressão e três por tração por compressão diametral de acordo com a norma ABNT NBR 7222/94 e ABNT NBR 5739/94. Estes ensaios foram realizados no 28º dia de moldagem, por se tratar da data em que o concreto atinge sua resistência ideal.

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 estão apresentados os valores de resistência que caracterizam a resistência à compressão (C_n) e a tração (T_n) dos concretos ecológicos e de referência, utilizados nos ensaios 1 a 11.

Tabela 2 - Valores de resistência encontrados como resposta para os testes de compressão (C_n) e tração (T_n).

Ensaio	C_n (MPa)	CV	T_n (MPa)	CV
1	46 ± 1	2,95	$4,1 \pm 0,2$	4,01
2	44 ± 2	3,55	$3,7 \pm 0,4$	9,77
3	44 ± 1	1,4	$4,0 \pm 0,2$	3,59
4	$43,3 \pm 0,2$	0,46	$3,9 \pm 0,2$	4,46
5	43 ± 1	2,24	$3,8 \pm 0,2$	5,57
6	42 ± 1	1,79	$3,9 \pm 0,1$	3,55
7	$45,5 \pm 0,4$	0,94	$4,1 \pm 0,3$	6,25
8	44 ± 1	1,83	$3,9 \pm 0,1$	1,5
9	42 ± 5	10,9	$3,9 \pm 0,2$	6,2
10	43 ± 2	5,26	$4,0 \pm 0,3$	7,43
11	40 ± 1	3,17	$3,5 \pm 0,3$	8,83

CV: coeficiente de variação entre as repetições de cada ensaio (%).

Através dos valores apresentados na Tabela 2 é possível observar que o concreto ecológico produzido neste experimento foi capaz de suportar tensões de compressão (C_n) e tração (T_n) maiores que as aplicadas no concreto de referência (Ensaio 11), com valores máximos de 46MPa e 4,1Mpa (Ensaio 1), respectivamente, representando 15% de aumento em compressão e 17,14% em resistência à tração.

É comprovado que a capacidade de carga de um concreto não reforçado diminui mais rápido do que a de um concreto reforçado com fibras. Além disso, concretos reforçados com fibras apresentam uma resistência pós-fissuração e tenacidade consideráveis, uma vez que as fibras “costuram” as fissuras (MEHTA e MONTEIRO, 2008). Segundo Song et al. (2008) a transferência de carga se dá de forma contínua entre fibra-matriz, a capacidade em suportar maiores valores de tensões de compressão e tração é melhorada e por conseguinte, os concretos reforçados com fibras de PET são mais eficientes que concretos convencionais, justificando os valores de C_n e T_n mencionados.

Gu e Ozbakkaloglu (2016) afirmaram que o aumento ou diminuição da resistência do concreto está relacionado ao módulo de elasticidade da fibra (MEF). A utilização de fibras plásticas com um baixo módulo de elasticidade resulta em uma redução mais significativa e fibras plásticas com um alto módulo de elasticidade resulta em um concreto com resistência superior. Além da análise do MEF, a utilização do PET para produção de concreto ecológico deve ser feita em condições controladas e otimizadas, através de protocolos ou modelos matemáticos para a dosagem das fibras no concreto e previsão de resultados.

Conclusões

A capacidade de carga de um concreto ecológico produzido com fibras PET é maior do que a capacidade de carga de um concreto convencional quando comparados com os corpos-de-prova moldados no 28º dia.

. Isso porque a inserção de fibras provenientes de garrafas PET em concreto melhorou as propriedades mecânicas do concreto ecológico em termos de compressão e tração. O efeito sinérgico entre os fatores volume de fibras e comprimento de fibras se mostraram influentes na eficiência à tração e compressão do concreto.

Os resultados obtidos nesta pesquisa podem ser utilizados para previsão de valores de eficiência de compressão e tração em função dos parâmetros operacionais comprimento e volume de fibras do PET, o que pode estimular o uso de concreto ecológico por empresas construtoras e empreiteiras.

Referências Bibliográficas

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12655: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2006.

_____. NBR NM 52/02: Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2002.

_____. NBR NM 248/03: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR 7222/94: Concreto. Determinação da resistência à tração por compressão diametral. Rio de Janeiro, 1994.

_____. NBR 5739/94: Concreto. Ensaio de compressão de corpos de prova. Rio de Janeiro, 1994.

MEHTA, P. K; MONTEIRO, J. M. **Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais**. 2ª Edição. São Paulo: Editora PINI, 2008.

FORLIN, F. J; FARIA, J. A. F. **Consideração sobre a Reciclagem de Embalagens Plásticas**. Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 12, nº 1, p. 1-10, 2002.

PELISSER, F. et al. **Mechanical Properties of Recycled PET Fibers in Concrete**. Materials Research, v.15, 279-286p, 2012.

SONG, S.; HWANG, S.; SHEU, B.C. **Strength properties of nylon- and polypropylene-fiber-reinforced concretes**. Cement and Concrete Research, v.35, 1546-1550p, 2003.

GU, L.; OZBAKKALOGLU, T. **Use of recycled plastics in concrete: A critical review**. Waste Management, v.51, 19-42p, 2016.