



SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DA AREIA POR POLIPROPILENO PÓS-CONSUMO: PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO ESTRUTURAL

Priscila M. Correa¹, Gustavo Gabbardo² e Diego Guimarães², Angela G. Graeff², Ruth M. C. Santana^{1*},

1 – Laboratório de Materiais Poliméricos (LAPOL), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, priengenhaira@gmail.com

2 - Laboratório de Ensaios e Modelos Estruturais (LEME), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS

Resumo: A preocupação com o meio ambiente e a escassez de recursos naturais têm levado a busca por alternativas de crescimento sustentáveis, por parte de todos os segmentos da sociedade. Dentro desta corrida pelo bem estar ambiental, a reciclagem de resíduos tem se mostrado uma boa alternativa na redução do impacto causado pelo consumo desordenado de matéria-prima e pela redução das áreas de disposição, em virtude do grande volume de resíduos descartados a cada ano em todo mundo. Com isso tem-se tentado incorporar os resíduos de polipropileno na produção de concretos, o que aumentaria seu potencial de utilização. Assim, este trabalho foi desenvolvido com objetivo de estudar a influência da utilização do polipropileno para a produção do concreto estrutural. O estudo apresenta resultados da investigação das características granulométricas do polipropileno beneficiado. Para produção dos concretos foram considerados dois traços: 30 MPa e 40 MPa para duas granulometrias: 1 mm e 4 mm. Para a substituição de 10% da areia pelo polímero. A influência do agregado reciclado foi avaliada sobre propriedades do concreto no estado fresco (trabalhabilidade) e propriedades do concreto no estado endurecido (resistência à compressão e módulo de deformação). Os resultados mostraram a viabilidade que a incorporação do polipropileno conferiu uma redução das propriedades mecânicas analisadas em até aproximadamente 40% para a resistência a compressão axial e quanto ao módulo de elasticidade à redução foi de 8%.

Palavras-chave: polipropileno, propriedades mecânicas, reciclagem mecânica, granulometria.

INFLUENCE OF GRANULOMETRY OF POLYPROPYLENE (PP) IN THE MECHANICAL PROPERTIES OF STRUCTURAL CONCRETE

Abstract: Concern for the environment and a scarcity of natural resources are driven to seek alternatives for sustainable growth by all segments of society. Within a race for environmental well-being, waste recycling has a good alternative in reducing the impact caused by water consumption of the raw material and a reduction of disposal areas, due to the large volume of waste disposed each year. Everyone With this has been tried to incorporate polypropylene waste in the production of concrete, which would increase its potential for use. Thus, this work was developed with the objective of studying an influence of the use of polypropylene for a structural building production. The study presents results of the investigation of the granulometric characteristics of the beneficiated polypropylene. For the production of the concretes for the two types: 30 MPa and 40 MPa for two granulometries: 1 mm and 4 mm. For a replacement of 10% of the sand by the polymer. The influence of the recycled aggregate was evaluated on properties of non-fresh concrete (workability) and properties of concrete in the hardened state (compressive strength and modulus of deformation). The results showed that the reduction of carbon emissions was reduced by 8%.

Keywords: polypropylene, mechanical properties, mechanical recycling, granulometry

Introdução

A maioria dos termoplásticos são produzidos através de derivados do petróleo, e apresentam características como: durabilidade, estabilidade estrutural, processabilidade, baixo custo, resistência química, física [1]. Porém como é um material que leva centenas de ano para se degradar, traz

prejuízos ao meio ambiente como, redução das fontes naturais e diminuição dos espaços nos aterros sanitários [2] Nos últimos anos, os resíduos plásticos de diferentes tipos (PVC, PEAD, PET, PS) foram triturados e utilizados em vários estudos como agregado leve em argamassa e concreto em substituição da areia. [3]. Nestes estudos observou-se que a substituição parcial da areia pelos diferentes polímeros ocasionou uma relativa perda de resistência mecânica, aumento do teor de ar incorporado e redução da trabalhabilidade [4]. Assim a incorporação destes resíduos como agregados no concreto não se restringe apenas à questão ambiental, mas também a modificações nas propriedades. Com isso o presente trabalho tem como objetivo avaliar as propriedades mecânicas do concreto com partículas de PP beneficiado através da reciclagem mecânica como alternativa aos agregados naturais. E essas propriedades serão avaliadas através do ensaio de compressão axial e módulo de elasticidade dos traços estudados (30 e 40 MPa) aos 28 dias de cura.

Planejamento Experimental

O PP pós-consumo oriundos de embalagens alimentícias, foram submetidas a um processo de lavagem com água corrente para a retirada de impurezas e posteriormente secas a temperatura ambiente. Essas embalagens foram recolhidas da unidade de triagem da cidade de Porto Alegre -RS. Após a limpeza este material foi cortado em tiras para facilitar a moagem em um moinho de facas da marca Willye, modelo TE-650. Foram utilizadas duas diferentes malhas no moinho de diferentes diâmetros: 1 mm e 4 mm para a obtenção do PP moído nessas granulometrias (Fig.1).



Figura 1: a) moinho de facas b) PP moído de 1 mm c) PP moído de 4 mm

Procedimento de dosagem, moldagem e cura dos traços

O concreto foi produzido com os seguintes materiais: cimento Portland tipo V- alta resistência inicial, areia do tipo média, brita tamanho 1, PP moído e água.

Foram realizados dois traços de referência (30 MPa e 40 MPa) para realizar a dosagem com os resíduos de PP, as proporções dos materiais utilizados para a obtenção dos traços estão apresentadas na Tabela 1. Para a produção do traço com o PP, foi substituída 10% da areia por polímero, processo realizado para as duas granulometrias: 1 mm e 4 mm de diâmetro máximo. Sendo que essa substituição foi realizada para os dois traços com resistências de 30 e 40 MPa, denominado: PP30G1, PP30G4, PP40G1 e PP40G4.

Tabela 1: Relação das proporções dos materiais utilizados.

Amostra	Cimento	Areia	Brita	a/c
Ref 30	1	2	3	0,52
Ref 40	1	1,62	2,89	0,43

As misturas foram preparadas em uma betoneira com capacidade de 120L com as proporções apresentadas na Tabela 1. Após a preparação da mistura, os corpos de prova foram moldados em cilindros de 10 x 20 cm, e o adensamento foi realizada em uma mesa vibratória. Depois de 24h os corpos de provas foram desmoldados e armazenados em toneis contendo água e cal até o dia dos ensaios (28 dias de cura) Fig.2.

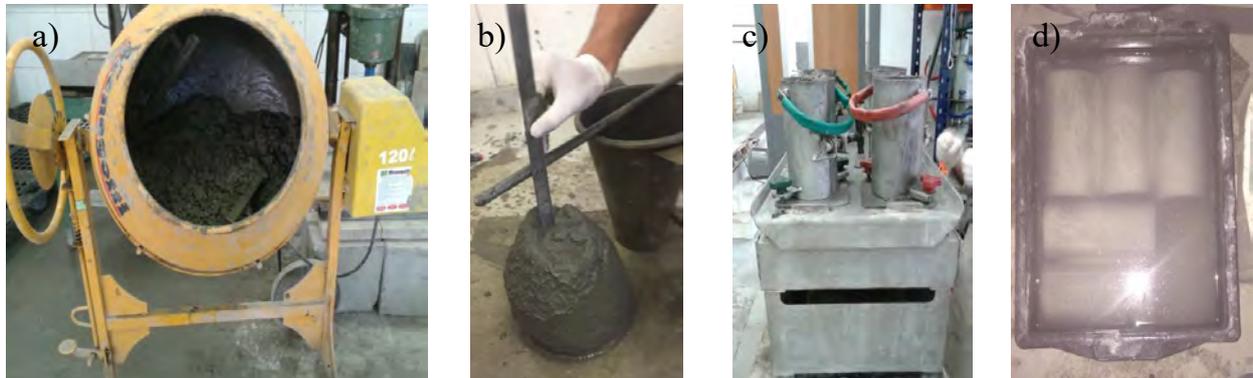


Figura 2: a) mistura do concreto b) ensaio tronco de cone c) adensamento d) cura em imersão

Ensaio de resistência à compressão axial

O ensaio de compressão axial nos corpos de provas cilíndricos foi realizado conforme a norma NBR 5739/2007, aos 28 dias de cura, após a retificação das superfícies dos CP's (Fig.3). O ensaio foi realizado em triplicata para cada traço.



Figura 3: a) retificação dos CP's b) ensaio de resistência à compressão axial

Ensaio de módulo de elasticidade

A determinação do módulo estático de elasticidade à compressão do concreto foi realizada de acordo com a NBR 8522/2004 em triplicata para cada traço. Na Fig.4 esta apresentada um corpo de prova instrumentado para o ensaio.



Figura 4: Instrumentação do CP para o ensaio de módulo estático de elasticidade

Resultados e Discussão

Resistência à compressão axial

Na Fig.5 estão apresentados os resultados para o ensaio de compressão axial dos traços estudados, onde é possível observar uma redução da resistência quando adicionado o PP ao concreto, para ambos os traços. A redução da resistência a compressão para o traço de 30 MPa foi de aproximadamente 40% e para 40 MPa de 30%. Este resultado pode ter ocorrido devido à baixa resistência do polímero, quando comparado ao agregado natural, que acaba por favorecer a redução da resistência [4,5]. Observa-se que o diâmetro máximo dos polímeros não interfere significativamente na resistência do concreto, devido a granulometria menor (1 mm) atuar como um fíler favorecendo o empacotamento e no caso da granulometria maior, por ser similar a granulometria da areia.

De acordo com a norma NBR 6118/ 2014 para os traços PP30G1 e PP30G4 as resistências obtidas nesse ensaio limita a sua aplicação para ambientes rurais, devido a classificação de agressividade I, determinado pela norma, onde nesse meio o risco de deterioração da estrutura é menor, não exigindo assim, um concreto de maior resistência. Para os traços PP40G1 e PP401G4 se enquadra na classe de agressividade ambiental II, para ambientes urbanos, onde o risco a estrutura é moderado.

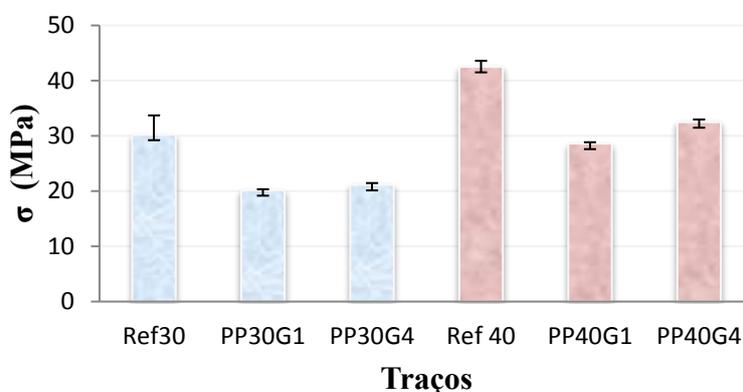


Figura 5: Resultados do ensaio de compressão axial

Módulo de elasticidade

Na Fig.6 apresentam-se os resultados do módulo estático de elasticidade dos traços de concretos trabalhado nesta pesquisa. Observa-se uma pequena redução do módulo de elasticidade dos traços com PP quando comparado aos traços referências. Assim como observado para o ensaio de resistência a compressão axial, a granulometria não foi uma variável influente na rigidez do concreto. Como o PP possui um módulo de elasticidade semelhante à da areia (1,03 GPa e 1GPa) respectivamente, os módulos resultantes do concreto são similares, devido à semelhança do valor dos módulos dos agregados miúdos [6,7,8].

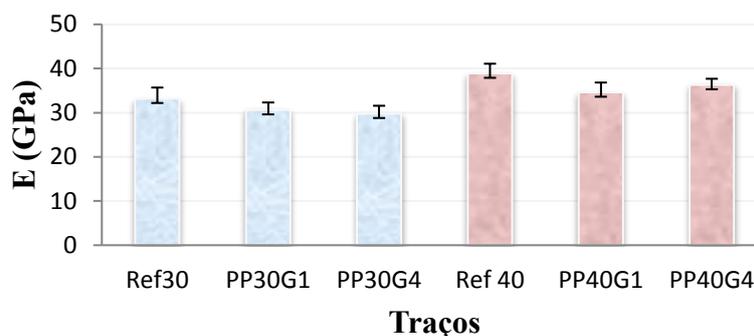


Figura 6: Resultados do ensaio de módulo de elasticidade

Conclusões

A substituição da areia por PP contribuiu para uma redução da resistência a compressão axial para os traços com polímero, devido às propriedades mecânicas do PP quando comparada a areia. A rigidez do concreto não teve uma redução significativa devido à similaridade do módulo de elasticidade do PP com a areia. A granulometria do polímero não foi uma variável de grande influência nas propriedades mecânicas avaliadas. Para a obtenção de uma menor granulometria do PP é necessário um maior tempo de moagem, por questões de viabilidade econômica, e por ter não ter apresentado uma influência significativa nas propriedades mecânicas do concreto, o PP com maior granulometria é uma alternativa para a substituição parcial em 10% pela areia.

Agradecimentos

Ao CNPQ pela bolsa de estudo que possibilitou essa pesquisa, aos laboratórios LEME e LAPOL da UFRGS pela infraestrutura.

Referências Bibliográficas

1. E.B. Mano, Identificação de Plásticos, Borrachas e Fibras. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2000.
2. H.M. Costa; Propriedades mecânicas e morfológicas de compósitos de polipropileno e cascas de café. AS & T.2016,2.
3. M. Frigione, Recycling of PET bottles as fine aggregate in concrete. Waste Management. v.30. 2010.
4. O. Y Marzouk; R. M; Dheilily, M. Queneudec. Valorization of post-consumer waste plastic in cementitious concrete composites. Waste Management. 2006, 27.
5. MEHTA, P. K e MONTEIRO, P. J. M. Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais. São Paulo: PINI, 1994.
6. P.M. Correa. Dissertação de mestrado. Estudo comparativo da influência do PET e PP pós-consumo na produção do concreto estrutural, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.
7. S.C, Kou Properties of lightweight aggregate concrete prepared with PVC granules derived from scraped PVC pipes, Waste Management, 2009, 29.
8. M. Batayneh, I Marie. Use of selected waste materials in concrete mixes. Waste Management, 2017, 27.
9. A. C. M. Kormann, Dissertação de mestrado. Estudo do Desempenho de Quatro Tipos de Materiais para Reparo a Serem Utilizados em Superfícies Erodidas de Concreto de Barragens, Universidade Federal do Paraná, 2012,