

## **APROVEITAMENTO DE GARRAFAS PET PÓS-CONSUMO EM COMPONENTES DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**Pedro Azevedo da Silva Neto<sup>1</sup>**  
**Solange Matias da Rocha Patrício<sup>2</sup>**  
**Jordy Nascimento Sousa<sup>3</sup>**  
**João Marcos Souza<sup>4</sup>**  
**Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3,4,5</sup> Materiais alternativos utilizados na construção civil, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, Brasil, pedro\_asneto@hotmail.com  
solapatricio@hotmail.com; jordy.s.nascimento@gmail.com  
joaosume@gmail.com; ana.duartemendonca@gmail.com

### **Introdução**

Antes, assunto que se limitava aos estudiosos e militantes, a questão do meio ambiente virou tema mundial e hoje encontra-se presente nos mais diversos segmentos da sociedade. A preocupação com a preservação do meio ambiente já é vista como prioridade pelos poderes públicos e adesão da sociedade se faz cada vez mais necessária (OLIVEIRA, 2012).

Diante disso, a engenharia moderna é obrigada a trabalhar com três variáveis consideradas como básicas e que foram historicamente ignoradas: responsabilidade ambiental, responsabilidade social e sustentabilidade. O fato é que a engenharia deve se aproximar das reais necessidades humanas, principalmente por que a indústria da construção civil é protagonista no cenário atual de poluição ambiental (DEL CARLO, 2008).

No Brasil, em 2015, foram produzidos cerca de 537,2 Ktons (ABIPET, 2016) de produtos com PET. Desse total apenas 51% são reciclados, ocasionando problemas como a elevada ocupação de espaço nos aterros sanitários. Além disso, esse material é de difícil decomposição (SANTOS, 2014).

A reciclagem do PET proporciona vantagens nas dimensões ambiental, social e econômica. Através da diminuição da extração de matéria prima virgem não renovável, disposição em aterros e no consumo de energia, pois no processo de reciclagem é utilizada em média 30% da energia necessária para produzir a resina virgem sem comprometer a qualidade do produto final (DUARTE, 2014).

A ABNT NBR 13.281:2005 define as argamassas como uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo (s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosadas em obra ou em instalação própria (argamassa industrializada). Elas podem ser utilizadas em vários locais com função diferenciada, cada um dos empregos faz jus a uma série de propriedades que corresponde a um tipo de argamassa específico (SANTOS, 2014).

As argamassas devem apresentar características, como: permitir deformações necessárias para os diversos tipos de ambientes/situações; suportar/aderir aos blocos; resistir às cargas atuantes sem apresentar rupturas; complementar sistemas de isolamento acústico e térmico; ter adequada resistência à compressão, à tração e ao ataque de agentes químicos oriundos de materiais de limpeza (se alvenaria à vista), dentre outros (MARTINELLI, 1991; SÁNCHEZ, 2013).

Assim, este estudo tem como objetivo propor uma medida mitigadora para o descarte de materiais a base de Politereftalato de etileno (PET). Sendo proposta e investigada a sua utilização na construção civil através da sua adição em argamassas. Após a incorporação de 15% de PET micronizado, a resistência à compressão simples e a absorção de água dos corpos de prova foi medida e comparada com a do corpo de prova de referência sem a adição do material.

### **Material e Métodos**

Os materiais utilizados na pesquisa foram:

Agregado miúdo: O agregado miúdo, utilizado na pesquisa, foi do tipo natural proveniente de jazida do leito do Rio Paraíba, apresentando diâmetro máximo de 4,8mm, finura igual a 2,78%, massa

específica de 2,618g/cm<sup>3</sup>, massa unitária solta igual a 1,429g/cm<sup>3</sup>, e teor de materiais pulverulentos de 0,07%;

Água: Fornecida pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA);

Cal Hidratada: obtida no comércio local de Campina Grande-PB, apresentando teor de 49,35% de cálcio (CaO), 26,45% de óxido de magnésio, e granulometria com diâmetro médio de 9,87µm, com D10 de 0,47µm, D50 de 4,28µm e D90 de 30,84µm. Para esta cal não existe partículas superiores a 100µm.

Cimento Portland CII F32: O cimento Portland foi obtido no comércio local do município de Santa Rita-PB, apresentando massa específica igual a 2,91 g/cm<sup>3</sup> e finura igual 2,84%;

Politereftalato de Etileno: apresenta um pico exotérmico de 200°C, indicando a ocorrência de modificações físicas e químicas na composição do material; pico endotérmico de aproximadamente 82,64°C, indicando a mudança de estado físico do material (sólido para líquido), havendo uma pequena perda de massa; pico exotérmico de 129,62°C indicando uma nova mudança de estado físico (líquido para vapor); perda de massa total de 0,24%; bandas características: em aproximadamente 3000 cm<sup>-1</sup>, identificada pela vibração de deformação axial do grupo (=C-H), presentes em compostos aromáticos (benzeno); em 1709 cm<sup>-1</sup> estiramento C=O de ácido carboxílico; em 1247 cm<sup>-1</sup> estiramento C(O)-O de grupos éster; em 1091 e em 1018 cm<sup>-1</sup> indicativo de estiramento da ligação C-O e aproximadamente 726 cm<sup>-1</sup>, deformação angular dos carbonos dis-substituídos no anel aromático.

Inicialmente foi realizada a caracterização dos materiais e em seguida realizou-se o estudo da dosagem, definindo-se o traço 1:2:9, com fator água/cimento (fa/c) igual a 2,18, o qual atende as condições de boa moldagem da argamassa. Assim obteve-se o traço de 1:2:9:2,18 que correspondem respectivamente as proporções de cimento, cal, areia e água.

Após a definição do traço, foi realizada a moldagem dos corpos de prova nas dimensões de 5cm x 10 cm, a Tabela 1 apresenta o quantitativo de material utilizado para confecção dos corpos de prova.

Tabela 1. Quantitativo de materiais para moldagem de um corpo de prova

Traço 1:2:9:2. 18	Materiais						
	Misturas		Cimento Portland (g)	PET (g)	Cal (g)	Agregado miúdo (g)	Água (g)
	Referência						
			33	-	66	296,96	71,93
	PET	15%	33	44,54	66	252,42	71,93

Após a moldagem dos corpos de prova, estes foram colocados em cura úmida e submetidos a ensaio para determinação da resistência a compressão simples e absorção nas idades de 7, 14 e 28 dias.

#### *Determinação da Resistência à Compressão Simples*

Para a caracterização mecânica dos corpos de prova de argamassa incorporadas com PET, foi realizado o ensaio de resistência à compressão simples, de acordo com a norma ABNT NBR 7215 (ABNT, 1996), nas idades de controle de 7, 14 e 28 dias.

#### *Absorção de água das argamassas*

O ensaio para determinação da absorção de água avalia a porosidade das argamassas em corpos de prova moldados. Foi executado através de imersão de acordo com a norma NBR 9778 (ABNT, 1987).

### **Resultados e Discussão**

A Figura 1 ilustra os resultados de resistência à compressão da argamassa incorporada com 15% de PET em substituição do agregado miúdo em comparação com a argamassa de referência.

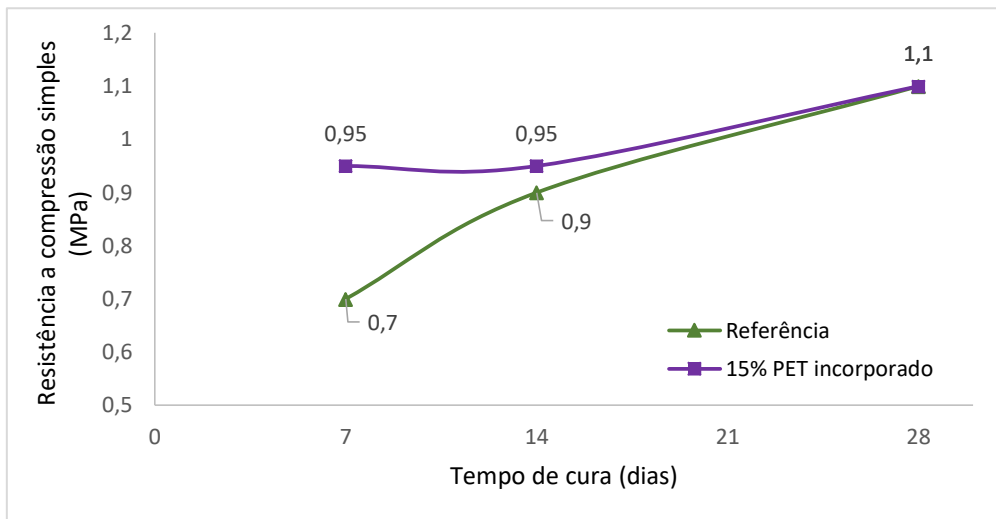


Figura 1. Resistência à compressão simples para a argamassa em estudo.

Ao analisar os resultados obtidos para a argamassa com 15% de PET em substituição do agregado miúdo, verifica-se que a resistência de compressão em comparação com a de referência é maior para as idades de cura para 7 e 14 dias, se tornando igual a de referência aos 28 dias, com um aumento atípico da resistência aos 7 dias, isso deve-se ao fato do PET micronizado proporcionar um maior empacotamento. Porém com o decorrer do tempo, esse material não tende a elevar tanto sua resistência, fazendo com que tenha um ganho de resistência de 35,7% para 7 dias, de 5,6% para 14 dias e aos 28 dias se iguala a resistência da argamassa de referência.

De acordo com a NBR 13281/20005 para os resultados obtidos para a resistência à compressão aos 28 dias, podemos classificar esta argamassa como tipo I, sendo  $\geq 0,1$  e  $< 4,0$ , para assentamento e revestimento.

A Figura 2 ilustra os resultados obtidos para a absorção de água das argamassas em estudo.

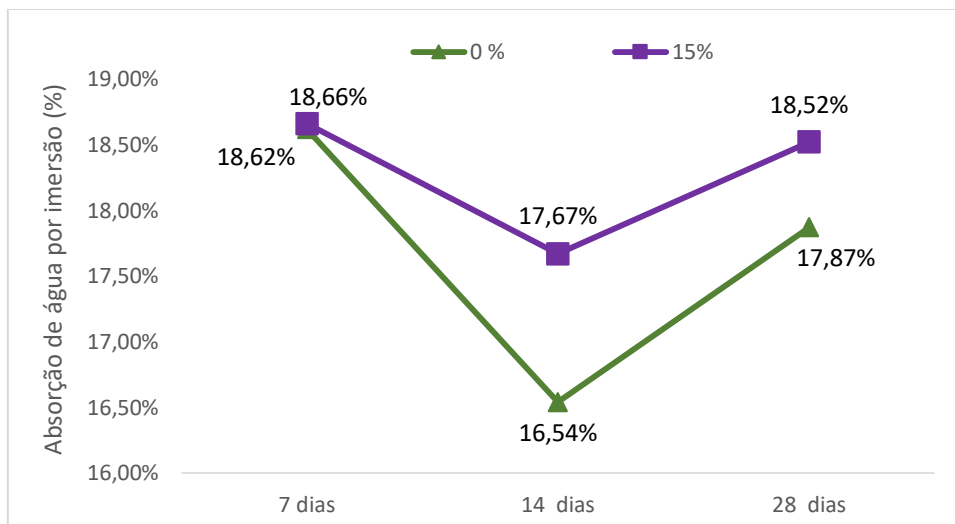


Figura 2. Absorção de água por imersão das argamassas em estudo.

De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que inicialmente a argamassa incorporada com PET triturado apresentou absorção semelhante à obtida para a argamassa de referência. Para a idade de 14 dias de cura obteve-se uma redução da absorção, este fato deve-se a evolução das reações químicas do cimento, ocasionando a formação de uma estrutura mais organizada, no entanto, comparando-se a argamassa de referência, verifica-se que ocorreu um leve aumento da absorção, no entanto não comprometendo o uso da argamassa. Para a idade de 28 dias ocorreu um aumento da absorção tanto para a argamassa de referência como para a argamassa com incorporação de PET triturado no teor de 15%.

Portanto, de acordo com os resultados obtidos para a resistência a compressão simples e para a absorção de água da argamassa incorporada com 15% de resíduo de garrafa PET, observa-se que é

possível à incorporação deste resíduo na produção de argamassas, proporcionando resultados físicos e mecânicos que atendem aos parâmetros normativos.

## Conclusão

De acordo com os resultados obtidos, pôde-se concluir que:

A substituição do agregado miúdo por PET triturado permite a obtenção de argamassas classificadas como tipo I, segundo a ABNT NBR 13281.

A indústria da Construção Civil é responsável por um grande impacto ambiental, principalmente em relação à quantidade de matéria prima consumida. Muitos estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de reduzir a geração de resíduos, buscando sempre que possível reutilizar na forma de agregados reciclados. Sabe-se que os agregados reciclados apresentam determinadas características que influenciam nos parâmetros de dosagem das argamassas. Logo, é de suma importância desenvolver estudos específicos para garantir a utilização de forma adequada desses resíduos.

O uso de PET na forma triturada é uma solução ambiental no que diz respeito ao descarte e acumulação desse material no meio ambiente, incentivando a utilização pela indústria da Construção Civil ocasionando a redução de custos na produção da argamassa.

## Referências

- ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 7215: Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro/RJ, 1996.
- ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 5738: Procedimentos para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.
- ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 9778: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água por imersão - Índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2005.
- ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005.
- ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - requisitos. Rio de Janeiro, 2005.
- CANELLAS, S. S. Reciclagem de PET, visando a substituição de agregado miúdo em argamassas. 78p. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- CHOI, Y. W.; MOON, D. J.; KIM, Y. J.; LACHEMI, M. Characteristics of mortar and concrete containing fine aggregate manufactured from recycled waste polyethylene terephthalate bottles. *Constr Build Mater*, 2009.
- DEL CARLO, U. Cultura sustentável. *Revista Técnica*. Ed. 133. São Paulo. PINI, 2008. p. 22-28.
- DUARTE, E. B. de L. Resistência à compressão de argamassa composta por resíduo de construção e demolição e politereflato de etileno (PET) em flocos. Dissertação (Mestrado). Universidade Nove de Julho - UNINOVE. São Paulo, 2014.
- MARTINELLI, F. A.; HELENE P. R. L. Usos e funções das argamassas mistas destinadas ao revestimento de alvenarias. *Boletim técnico da escola politécnica da USP. Departamento de engenharia de construção civil*. São Paulo: EPUSP, 11p. 1991.
- MARZOUK, O. Y.; DHEILLY, R. M.; QUENEUEDEC, M. Valorization of post-consumer waste plastic in cementitious concrete composites. *Waste Management*, 2006, v.27, p.310-318.
- MELLO, A.L. Utilização de resíduos de PEAD como alternativa aos agregados naturais em argamassa. 172p. Dissertação (Mestrado). Engenharia Ambiental Urbana. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2011.
- OLIVEIRA, M. et al. Argamassa produzida com resíduo de vidro substituindo o agregado miúdo. 7f. Artigo. Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Mossoró, Rio Grande do Norte. 2012.
- PIETROBELLI, E. R. Estudo De Viabilidade Do PET Reciclado em Concreto sob Aspecto da Resistência a Compressão. Universidade Comunitária da Região de Chapecó. Chapecó, 2010.
- SANTOS, W. J. Desenvolvimento de metodologia de dosagem de argamassas de revestimento e assentamento. Tese (Doutorado). Viçosa, Minas Gerais. 2014.