



Sustentabilidade na construção civil a partir da utilização de garrafas pet pós-consumo para produção de argamassa

Sustainability in civil construction from the use of post-consumption pet clusters for the production of argamassa

Valter Ferreira de Sousa Neto¹, José Bezerra da Silva², Loredanna Melyssa Costa Sousa³, Matheus Rodrigues Lima Aguiar⁴ & Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça⁵

Resumo: Esta pesquisa tem como objetivo promover a sustentabilidade na construção civil a partir da utilização de embalagens de garrafas PET pós-consumo na forma triturada, como substituinte parcial ao agregado miúdo convencional (areia quartzosa). Para realização desta foi utilizado o PET triturado nos teores de 10% e 15% em substituição ao agregado miúdo para produção de argamassas. Foram moldados corpos de prova nas dimensões de 5 cm x 10cm para avaliação das propriedades físicas e mecânicas. Observou-se que a utilização do PET em substituição ao agregado miúdo proporcionou à redução da resistência a compressão e o aumento da absorção de água por imersão, no entanto, os resultados obtidos satisfazem aos parâmetros normativos e permitem classificar a argamassa como Tipo I, indicando que é possível a utilização do PET na forma triturada em composições para produção de argamassas, possibilitando a redução do impacto ambiental originário do descarte no meio ambiente, bem como, redução da extração do agregado miúdo convencional.

Palavras-chave: *Sustentabilidade; Argamassa; PET; Construção civil.*

Abstract: This research aims to promote sustainability in civil construction by using after consumption PET bottles in the crushed form, as a partial substitute for the conventional fine aggregate (quartz sand). For the accomplishment of this trial, the PET was crushed in the contents of 10% and 15% in substitution to the fine aggregate for the production of mortars. Test specimens were molded in 5 cm x 10 cm dimensions to evaluate physical and mechanical properties. It was observed that the use of PET in substitution of the fine aggregate provided the reduction of the compressive strength and the increase of water absorption by immersion, however, the results obtained satisfy the normative parameters and allow to classify the mortar as Type I, indicating that it is possible to use the PET in crushed form, for compositions to the production of mortars, enabling the reduction of the environmental impact originated from the disposal in the environment, as well as, reduction of the extraction of the conventional fine aggregate.

Keywords: *Sustainability; Mortar; PET; Civil construction.*

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 03/10/2017; aprovado em 30/06/2019

¹ Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental, Bolsista, Universidade Federal de Campina Grande, valterneto51@gmail.com;*

² Doutor em Engenharia de Processos, Professor, Universidade Federal de Campina Grande, prbezerracg@gmail.com;

³ Doutoranda em Engenharia de Processos, Bolsista, Universidade Federal de Campina Grande, loredannamcs@gmail.com;

⁴ Graduando em Engenharia Civil, Universidade Federal de Campina Grande, matheusrodrigues136@gmail.com;

⁵ Doutora em Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Campina Grande, ana.duartermendonca@gmail.com.

INTRODUÇÃO

Com o aumento crescente do consumo na sociedade capitalista, as empresas utilizam estratégias para conquistar o consumidor e vencer a batalha no mercado. As embalagens surgem como ferramentas estratégicas para divulgação da marca e do produto, sendo um dos fatores que podem contribuir para a decisão da compra.

O grande problema está no descarte destas embalagens, pois segundo dados do IBGE e Ministérios das Cidades, mais de 25% do lixo produzido nas cidades poderia ser reciclável ou reaproveitado. E quem fica com o prejuízo é o meio ambiente e as futuras gerações.

A embalagem é o produto da ação de uma cadeia produtiva que começa na matéria prima com os fabricantes de vidro, papel, resinas plásticas, folha de flandres, alumínio, madeira, tecidos industriais, entre outros. Representa para a indústria embaladora um componente importante no custo de produção e na composição do custo final dos produtos, assim como é um fator crítico na proteção e na logística de distribuição de seus produtos (MESTRINER, 2002).

Para Moura & Banzato (1997), a embalagem “pode ser um elemento ou conjunto de elementos destinados a envolver, conter e proteger produtos durante sua movimentação, transporte, armazenagem, comercialização e consumo”. Segundo os autores a embalagem também pode ser definida como um “sistema integrado de materiais e equipamentos com que se procura levar os bens e produtos às mãos do consumidor final, utilizando-se dos canais de distribuição e incluindo métodos de uso e aplicação do produto”.

As principais matérias-primas para a confecção das embalagens, que fazem parte deste mercado mundial, são o plástico, a celulose, o metal e o vidro. Destas matérias-primas, a celulose é a mais utilizada (33%) pela indústria de embalagem, seguida do plástico (26%) e do metal (23%), ficando o vidro com apenas 6% do mercado. Com estes materiais a indústria transformadora pode fabricar, entre outros produtos, o polietileno, polipropileno, PVC, PET, papel, papelão, alumínio, garrafas e potes (MESTRINER, 2002).

Diante deste contexto a reciclagem, o reuso e a logística reversa surgem como alternativas que evidenciam as preocupações com as dimensões econômicas, sociais e ambientais apontada no conceito supra citado. Assim, pesquisa tem como principal objetivo promover a sustentabilidade ambiental a partir da utilização da embalagem de garrafas PET pós-consumo na forma triturada para produção de argamassa.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A construção civil é uma atividade importantíssima em todo mundo. Está ligada à infraestrutura de um país e tem grande geração de emprego e rendas pela grande soma de recursos aplicados, sendo um dos índices de desenvolvimento de uma nação. Representa a criação de investimentos de longo prazo em empresas diversas nas áreas de indústria, serviço e agropecuária (MENDONÇA et al., 2015; CHAGAS FILHO, 2005).

O crescimento da produção e utilização das embalagens evidencia a preocupação que a sociedade deve dispensar para a questão da disposição dos resíduos sólidos urbanos, principalmente os não orgânicos em função do tempo estimado para a decomposição desses materiais na natureza. Segundo dados da Folha de Londrina (2005), dentre os materiais utilizados, o papel precisa de aproximadamente um mês para sua decomposição, o alumínio de 200 a 500 anos, as latas em torno de 100 anos, o vidro demora cinco mil anos e os plásticos 450 anos. A contribuição da sociedade para com o meio ambiente pode ser a utilização e o descarte de forma consciente, quando possível, o reuso ou reciclagem desses materiais.

Dentre os tipos de embalagens fabricadas estão os plásticos e, mais precisamente, o Polietileno Tereftalato (PET). Dados da ABIPET (Associação dos Fabricantes de Embalagem PET) informam que apenas 15% dessas embalagens são recicladas, o restante é depositado no meio ambiente como aterros controlados, lixões, rios, terrenos abandonados, entre outros.

Quando a indústria deixou de utilizar o vidro e passou a usar o PET obteve um ganho de produtividade, mas deixou o ônus para o meio ambiente. Segundo o ambientalista Cunha, “as indústrias de garrafa PET não possuem programas de recolhimento das embalagens usadas ou de conscientização do público consumidor sobre a correta destinação destas embalagens”

(Gazeta do Povo, 2000). Os catadores, as cooperativas de reciclados e o surgimento de indústrias interessadas neste segmento de mercado, estão mudando este cenário.

Além das funções básicas originais da embalagem, ela desempenha uma série de funções e papéis nas empresas e na sociedade.

Além da amplitude também é importante considerar a embalagem mais que um contenedor físico, e sim como um conjunto inter-relacionado de componentes de atividades, tais como:

- Matéria-prima básica (madeira, areias, minérios, produtos químicos);
- Operações que transformam os materiais em embalagens;
- Operações para preencher, quantificar, fechar e inspecionar a embalagem quanto à qualidade;
- Utilização e outras preparações para a distribuição;

- Distribuição através de canais, envolvendo estocagem, movimentação e transporte;
- Esvaziamento da embalagem através do consumo do produto e
- Disposição, reutilização ou reciclagem da embalagem.

Para melhor compreensão, o Quadro 1 agrupa os principais componentes da amplitude da embalagem.

QUADRO 1: Principais componentes da amplitude da embalagem.

Amplitude da Embalagem	
Funções Primárias	Conter, Proteger, Transportar
Econômicas	Componente do valor e do custo de produção, Matérias-primas
Tecnológicas	Sistemas de acondicionamento, Conservação do produto, Novos materiais
Mercadológicas	Transmitir informações, Despertar desejo de compra, Vencer a barreira do preço
Conceituais	Construir a marca do produto, Formar conceito sobre o fabricante, Agregar valor significativo ao produto
Comunicação e Marketing	Principal oportunidade de comunicação do produto Suporte de ações promocionais
Sociocultural	Expressão da cultura e do estágio de desenvolvimento de empresas e de países
Meio Ambiente	Importante componente do lixo urbano, Reciclagem/Tendência mundial

FONTE: Mestriner (2002, p.4).

Nos últimos anos tem sido recorrente a preocupação dos países com questões relacionadas ao meio ambiente visto que há um consumo excessivo e ineficiente dos recursos naturais. Com isso, todos os seguimentos da sociedade procuram reduzir de alguma forma esse consumo. De acordo com Agopyan (2011), o conceito de sustentabilidade busca um equilíbrio entre proteção ambiental, justiça social e viabilidade econômica.

A ABIPET 2016 indica que, no Brasil, o PET (Politereftalato de etileno) reciclado tem a maior variedade de aplicações do mundo, ainda que uma grande parcela deste produto não possua esta mesma destinação pós-consumo e são encaminhados para a deposição em aterros. A não reciclagem de embalagens de PET para a fabricação de novos produtos de mesma composição resulta, invariavelmente, em um maior consumo de matéria-prima não renovável e no aumento de áreas de deposição de resíduos (MODRO,2009).

De acordo com Coelho (2005), diversos estudos sobre a substituição de agregados minerais convencionais em concreto de cimento Portland estão sendo realizados atualmente, e entre eles podem ser destacados: uso de grãos de polipropileno reciclado, em substituição aos agregados de concreto. Porém a substituição do agregado por resíduo PET altera a trabalhabilidade de concretos de cimento Portland (ALMEIDA et al., 2004).

Neste contexto, a utilização de resíduos de PET pós-consumo, como substituto de agregados minerais em argamassas de cimento Portland, apresenta-se como uma alternativa viável para dar uma destinação mais nobre aos mesmos, agregando valor e reduzindo impactos ambientais para a obtenção de argamassas com propriedades otimizadas para uma aplicação específica (MODRO,2009).

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização desta pesquisa utilizou-se os seguintes materiais:

Agregado Miúdo: O agregado miúdo (areia quartzo) utilizado para este trabalho é proveniente do leito do Rio Paraíba, com ao módulo de finura de 2,78%, estando assim classificado de acordo com a norma NBR 7211 (ABNT, 2009) como areia de granulometria média, pois pertence ao intervalo de $2,4 < MF < 3,2$, e estando o módulo de finura dentro do parâmetro de 2,20 a 2,90, é considerado por norma pertencente da zona ótima de utilização. Quanto ao diâmetro máximo do agregado, obteve-se um valor de 4,80mm. De acordo com os valores obtidos esta areia é considerada bem graduada. O teor de materiais pulverulentos encontrados foi de 0,07%, podendo-se afirmar que esta areia apresenta poucos finos.

Cimento: O cimento utilizado na pesquisa foi o Portland CII Z, fornecido pela fábrica de cimento Zebu, no município de Santa Rita-PB, apresentando a massa específica de 2,91 g/cm³, módulo de finura de 2,84%.

Politereftalato de etileno: O Politereftalato de etileno utilizado na pesquisa foi reciclado de garrafas do tipo PET e triturado. De acordo com as análises das curvas de Calorimetria Exploratória Diferencial, observou-se a ocorrência de picos endotérmicos a partir da temperatura de 200°C, indicando a ocorrência de modificações físicas e químicas na composição do Politereftalato de etileno. Através da análise termodiferencial e termogravimétrica verificou-se que aproximadamente a 82,64°C há ocorrência de um pico endotérmico, indicando a mudança de estado físico do material (sólido para líquido), havendo uma pequena perda de massa. A temperatura de 129,62°C observa-se a ocorrência de um pico exotérmico indicando uma nova mudança de estado físico (líquido para vapor). De acordo com a análise termogravimétrica, pode-se verificar que houve uma perda de massa total de 0,24%.

Cal hidratada: A cal hidratada utilizada foi da marca bom-cal, possui um elevado teor de óxido de cálcio (CaO) e baixo teor de óxido de magnésio, sendo os valores de 49,35% e 26,45% respectivamente, podendo ser considerada dolomítica.

Água: A Água utilizada na pesquisa é a mesma destinada ao consumo humano fornecido pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA). A Figura 1 ilustra o fluxograma das etapas da pesquisa:

FIGURA 1: Fluxograma das etapas da pesquisa.

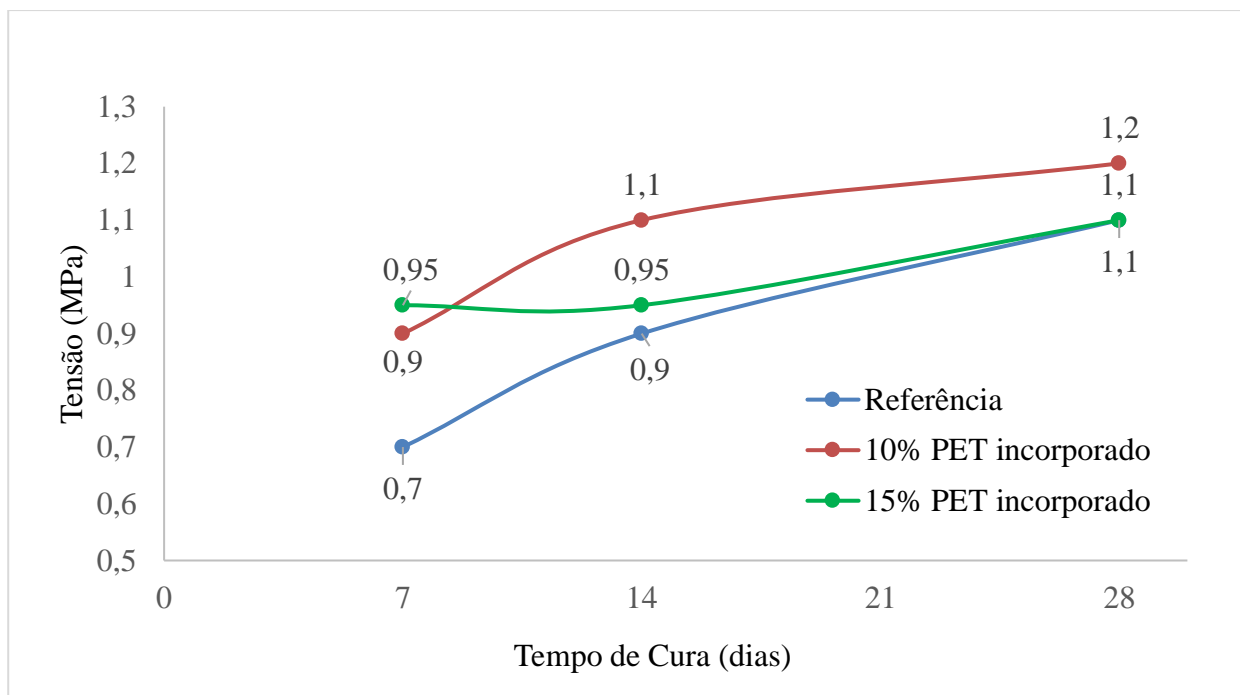
1ª Etapa	Estabelecimento do traço 1:2:9, (cimento: cal: areia) fa/c 2,18
2ª Etapa	Moldagem dos corpos de prova nas dimensões de 5 cm x 10 cm para argamassa de referência e incorporação com PET nos teores de 10% e 15%.
3ª Etapa	Determinação da resistência à compressão e da absorção das argamassas em estudo

FONTE: Dados da pesquisa (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 ilustra os resultados obtidos para a resistência a compressão simples obtida para as argamassas em estudo.

FIGURA 2: Resistência à compressão simples obtida para as argamassas em estudo.



FONTE: Dados da pesquisa (2017).

Analisando os resultados obtidos para a resistência das argamassas ao longo dos 28 dias, podemos observar que a incorporada com 10% de PET obteve um melhor resultado comparado com 15% de PET e com a de referência, indo de encontro com a maioria dos resultados na literatura que diminuem a resistência da argamassa.

O resultados de Canellas (2005), que substituiu a areia da argamassa por partículas floculadas de garrafas PET nos percentuais de 10, 30 e 50%, mostraram uma forte redução na resistência mecânica à medida que aumenta o teor de partículas de plástico na argamassa. Os de Marzouk (2006) demonstram uma ligeira redução nas resistências à compressão e à flexão, 15,7% e 32,8%, respectivamente, quando foi efetuada a substituição de até 50% em volume da areia por resíduos de PET. Choi et al (2009), mostrou que a resistência a compressão decresceu em 5%, 15% e 30%, com a incorporação de agregado plástico em 25%, 50% e 75%, respectivamente. O Quadro 2 apresenta os resultados obtidos para a absorção de água das argamassas em estudo.

QUADRO 2: Absorção de água das argamassas em estudo(%).

TEOR DE PET	ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)		
	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
0%	17,87	16,54	17,87
10%	17,97	16,75	17,97
15%	18,66	17,67	18,52

FONTE: Dados da pesquisa (2017).

De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que a incorporação de 10% e 15% de PET à argamassa, proporcionou o aumento da absorção provavelmente devido as propriedades higroscópicas do PET, o que proporcionou um aumento de absorção de água da argamassa.

Observou-se para o teor de 10% de incorporação de PET, um aumento de absorção de 0,5% e para o teor de 15% um aumento 3,6% aos 28 dias.

Se considerar um desvio padrão de 1,5%, pode-se concluir que os resultados obtidos para a absorção de água da argamassa convencional e com incorporação de 10% e 15% são praticamente iguais.

CONCLUSÕES

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

- A partir da análise dos resultados, pode-se concluir que a adição de PET triturado às argamassas indicou um aumento no teor de absorção de água a essas. Como consequência, uma maior permeabilidade e provavelmente aumento no índice de vazios do material.
- Os resultados apresentados permitem classificar esta argamassa como sendo do tipo I segundo a ABNT NBR 13281.
- Sendo assim, conclui-se que a utilização dessa solução ambiental proporciona um destino adequado ao material pós-utilização e proporciona redução de custos na produção da argamassa, servindo como um incentivo econômico para a utilização desse na indústria da construção civil.

REFERÊNCIAS

- [1] ABIPET – Associação Brasileira dos Fabricantes de Embalagens de PET. 10º Censo da Reciclagem de PET no Brasil (2016).
- [2] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2001) NBR 53. Agregados graúdo – Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro: ABNT.
- [3] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2005) NBR 9778. Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água por imersão - Índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro: ABNT.
- [4] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2005) NBR 13281. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – requisitos. Rio de Janeiro: ABNT.
- [5] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2012) NBR 11579. Cimento Portland — Determinação do índice de finura por meio da peneira 75 µm (nº 200). Rio de Janeiro: ABNT.
- [6] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1996) NBR 7215. Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro/RJ: ABNT.
- [7] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2016) NBR 11513. Materiais granulares usados em fundição - Determinação da massa específica pelo uso do frasco volumétrico de “Le Chatelier”. Rio de Janeiro: ABNT.

- [8] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2015) NBR 5738. Procedimentos para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro: ABNT.
- [9] AGOPYAN, V; JOHN, V. M. O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil. Ed. Edgard Blucher, v.5, 2011.
- [10] ALMEIDA, M.O., JUNIOR, M.J.F. SONCIM, S.P., JUNIOR, G.B.A., "Uso de areia de PET na fabricação de concretos", In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia e Resíduos e Desenvolvimento Sustentável – Livro de Resumos, pp.39, Santa Catarina, Outubro 2004.
- [11] 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.
- [12] CHAGAS FILHO, M. B. Estudo de Agregados Lateríticos para Utilização em Concretos Estruturais. Tese - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2005.
- [13] 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.
- [14] COELHO, R.T., Contribuição ao estudo da aplicação de materiais alternativos à base de cimento Portland: uso de grãos reciclados de polipropileno reciclado em substituição aos agregados de concreto, Dissertação M.Sc., UNICAMP, Campinas, SP, Brasil, 2005.
- [15] MARZOUK, O. Y.; DHEILLY, R. M.; QUENEUDEDEC, M. Valorization of post-consumer waste plastic in cementitious concrete composites. Waste Management, 2006, v. 27, p. 310-318.
- [16] MENDONÇA, A.M.G.D; ALMEIDA, S.; COUTINHO LIRA, Y.; RODRIGUES, J. K.G.; BEZERRA DA SILVA J. Study of concrete dosage with use of pet partially replacing fine aggregate, 16^o
- [17] NOCMAT - Construction for Sustainability - Green Materials & Technologies, 2015.
- [18] MESTRINER, F. Desing de embalagem. 2ed. Pearson Education: São Paulo, 2002.

[19] MODRO, N.L.R.; MODRO, N.R.; OLIVEIRA, A.P.N. Avaliação de concreto de cimento Portland contendo resíduos de PET. Revista Matéria, v.14, n.1, p. 725-736, 2009.

[20] MOURA, R. A. & BANZATO, J. M. Embalagem, Unitização & Containerização. Vol.3, 2ed. IMAM: São Paulo, 1997.