

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

AValiação Preliminar da Viabilidade Técnica do Uso de Resíduos de PET na Produção de Concreto

Jessica Barreto Haubt¹, Paulo Paiva Oliveira Leite Dyer², Eduardo Soares dos Santos¹, Jaqueline da Silva Feitoza¹, Gustavo José Lauer Coppio¹.

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus Itapetininga, Avenida João Olímpio de Oliveira, 1561, Vila Asem - 18202-000 - Itapetininga-SP, Brasil, jessica.haubt@aluno.ifsp.edu.br, eduardosoares@ifsp.edu.br, jaqueline.feitoza@ifsp.edu.br, gustavo.coppio@ifsp.edu.br.

²Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Praça Marechal Eduardo Gomes, 50, Vila das Acácias – 12228-900 - São José dos Campos-SP, Brasil, paulo_dyer@yahoo.com.

Resumo

Um dos problemas da atualidade é a grande geração de resíduos sólidos de biodegradabilidade lenta, onde se destaca o Polietileno Tereftalato (PET), que ocasiona diversos impactos ambientais. Desta forma, a utilização de resíduos de PET, como parte do agregado miúdo na produção de concreto, constitui uma importante alternativa sustentável. Neste sentido, o objetivo desta pesquisa foi estudar o uso de resíduos de PET na mistura do concreto, com a produção de amostras de concreto com 4% e 6% de substituição parcial em massa do agregado miúdo por resíduos de PET, mais uma amostra padrão (0% de PET), analisando-se os efeitos sobre a resistência à compressão, a massa específica, o *slump test* e a absorção de água por capilaridade. Os resultados mostraram que o uso de resíduos de PET contribuiu para a redução da massa específica e ocasionaram uma pequena redução nos valores do *slump test* e da resistência à compressão, bem como um leve aumento na absorção de água por capilaridade, demonstrando haver viabilidade técnica para utilização de resíduos de PET na produção de concretos para fins não estruturais.

Palavras-chave: Polietileno Tereftalato. Concreto. Agregado miúdo. Viabilidade. Sustentabilidade.

Curso: Técnico em Edificações.

Introdução

A grande geração de resíduos sólidos é um dos problemas a serem enfrentados na atualidade, sendo necessário cada vez mais intensificar as buscas por alternativas como a reciclagem e reutilização de diversos materiais descartados e de degradação natural lenta (KUMAR *et al.*, 2016; OLIVEIRA; SILVA; TUTYA, 2020). Os plásticos ocupam um local de destaque na geração de resíduos sólidos urbanos (RSU), em especial o Polietileno Tereftalato (PET), que face às suas vantagens em relação à resistência mecânica, durabilidade e baixo custo de produção, é amplamente utilizado no mercado (SERRA *et al.*, 2018), mas por serem de difícil degradação, impactam significativamente o meio ambiente, ocupando grandes volumes nos aterros sanitários (ROTH; GARCIA, 2008).

Assim sendo, a utilização de resíduos de PET, na produção de concreto é uma importante alternativa sustentável, o que tem motivado a comunidade técnica científica a realização de diversos estudos. Algumas pesquisas obtiveram melhorias da resistência mecânica do concreto com a substituição parcial do agregado miúdo convencional por PET de reciclagem (CHONG; SHI, 2023), enquanto outros como Correia, Guimarães e Santana (2019), observaram uma redução da resistência à compressão. Estudos também observaram um maior conforto térmico (DUEÑAS; SOTO; CARRERA, 2021), mas ainda são necessários mais estudos para avaliar os efeitos deste material na produção de concreto para viabilizar a sua utilização em larga escala.

Neste sentido, esta pesquisa tem como objetivo principal apresentar um estudo sobre a utilização de resíduo de reciclagem de PET como parte do agregado miúdo do concreto, com a substituição de 0%, 4% e 6% da areia por resíduo de PET e avaliar os seus efeitos sobre a resistência à compressão, uma das características mais importantes do concreto (NEVILLE; BROOKS, 2013), assim como, analisar a absorção de água, índice de vazios, massa específica do concreto fresco e o

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

slump test, buscando, desta forma, contribuir para a análise da viabilidade técnica do uso do resíduo de PET no concreto, proporcionando uma construção civil mais sustentável.

Metodologia

Para a realização do presente estudo, as amostras de concreto foram produzidas com a utilização de um traço em massa de 1:1,8:2,5 – a/c 0,48, mais um aditivo plastificante na proporção de 37,4 ml por quilograma de água usada na mistura. Para todas as amostras, foi utilizado um cimento CP-II F 40. Foram confeccionadas amostras de concreto utilizando 0 %, 4 % e 6 % de substituição em massa do agregado miúdo convencional por resíduo de PET.

Os corpos de prova de concreto foram preparados com o uso de betoneira e moldados em formas cilíndricas de 100 x 200 mm. Foi utilizado um resíduo de PET na forma granular contendo alguns filamentos. Os tipos de amostras e respectiva identificação produzidas para este estudo se encontram descritas na Tabela 1.

Tabela 1- Descrição dos tipos de amostras de concreto estudadas.

Identificação da amostra	Descrição
CP – R	Amostra de referência (sem substituições por resíduo de PET).
CP – 4	Substituição de 4 % da areia por resíduo de PET.
CP – 6	Substituição de 6 % da areia por resíduo de PET.

Fonte: Autores (2023).

Após o preparo de cada uma das variações de amostras de concreto, as mesmas foram submetidas ao ensaio de determinação da massa específica do concreto fresco, conforme a metodologia da norma técnica da Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 9833 (ABNT, 2009). Também foi realizado o *slump test*, seguindo o método da norma técnica NBR 16889 (ABNT, 2020). Decorridas as primeiras 24 horas após a moldagem, os corpos de prova foram submetidos à cura submersa em água até os 28 dias de idade, quando foram retirados para a realização dos ensaios de compressão e de determinação da absorção de água por capilaridade.

Os ensaios de resistência à compressão foram realizados de acordo com a metodologia descrita na norma técnica NBR 5739 (ABNT, 2018). Já o ensaio de absorção de água por capilaridade foi utilizado o método da norma técnica NBR 9779 (ABNT, 2012).

Resultados

Os resultados obtidos nos ensaios de determinação da massa específica do concreto fresco, *slump test* e de absorção de água por capilaridade de cada tipo de amostra de concreto estuda são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2- Resultados dos ensaios de determinação da massa específica do concreto fresco, *slump test* e absorção de água por capilaridade das amostras de concreto estudadas.

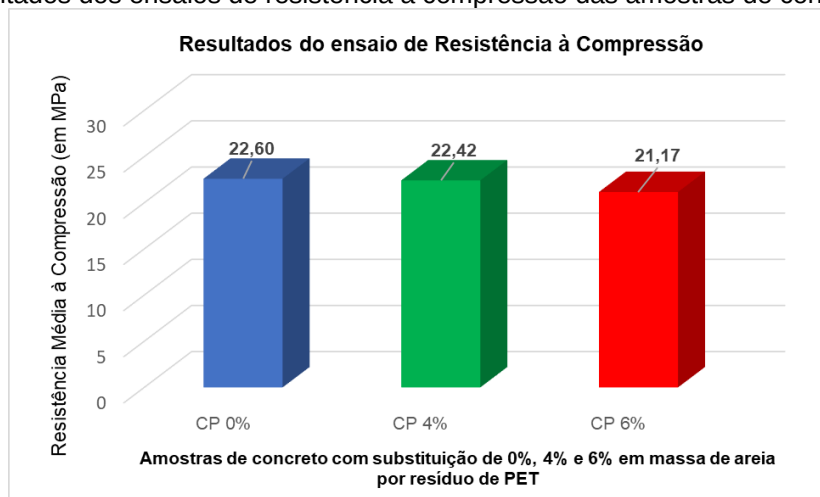
Identificação das amostras	Slump Test - Abatimento (em mm).	Massa específica do concreto (em kg/m³).	Absorção de água por capilaridade (em g/cm²).
CP – R	209	2.406,89	0,41
CP – 4	205	2.388,03	0,62
CP – 6	198	2.369,17	0,72

Fonte: Autores (2023).

Os resultados dos ensaios de resistência à compressão realizados aos 28 dias de idade, em cada tipo de amostra estuda, são apresentadas na Figura 1.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Figura 1- Resultados dos ensaios de resistência à compressão das amostras de concreto estudadas.



Fonte: Autores (2023).

Discussão

Os resultados obtidos nos ensaios de determinação de massa específica do concreto fresco, apresentados na Tabela 2, mostraram que quanto maior foi o teor de substituição da areia por resíduo de PET, menor foi o valor obtido, assim sendo, o uso de resíduo de PET na substituição parcial do agregado convencional tende a produzir concreto mais leve, o que pode contribuir para redução das cargas das estruturas.

Em relação ao ensaio de *slump test*, quanto maior foi a substituição de areia pelo resíduo de PET, menor foi o abatimento obtido, entretanto os valores foram muito próximos. Assim sendo, embora a substituição parcial da areia por resíduo de PET tenha demonstrado uma tendência em reduzir a trabalhabilidade, esta não foi significativa, conforme se pode observar na Tabela 2. Já a absorção de água por capilaridade foi mais alta quanto maior o teor de substituição do agregado miúdo por resíduo de PET, como mostram os resultados apresentados na Tabela 2, tendo o concreto sem resíduo de PET o menor teor de absorção.

Os ensaios de resistência à compressão, conforme são apresentados no gráfico da Figura 1, pode-se observar que quanto maior o teor de resíduo de PET na mistura do concreto, menor foi a resistência à compressão em relação a amostra de referência. Entretanto, tanto o concreto com 4% de substituição da areia, quanto o com 6%, apresentaram valores muito próximos ao concreto de referência, não tendo influenciado de forma significativa na redução da resistência à compressão.

Conclusão

Os estudos sobre o uso de resíduo de PET, como substituição parcial do agregado miúdo na produção de concreto, demonstraram que a sua utilização tende a reduzir a massa específica do concreto, produzindo um material mais leve, possibilitando uma diminuição do peso próprio de uma edificação, pois quanto maior foi o teor de substituição, menor foi resultado. Já a trabalhabilidade, embora o uso do resíduo de PET no concreto tenha reduzido a mesma, pois quanto maior o teor de substituição de areia por resíduo de PET, menor foi o resultado do *slump test*, esta diminuição não foi significativa, tendo exercido pouca influência sobre a trabalhabilidade.

Também é possível concluir que há uma tendência de o uso de resíduo de PET influenciar na redução da resistência à compressão, uma vez que quanto maior o teor de substituição de agregado miúdo por resíduo de PET, menor foi a resistência à compressão quando comparado com o concreto de referência, mas a diminuição não foi significativa, o que mostra viabilidade técnica para o seu uso em concretos não estruturais, entretanto, para a sua utilização como concretos estruturais, ainda são necessários mais estudos para viabilizar a normatização do seu uso para esta finalidade, bem como para se obter valores de resistência à compressão mais elevados e redução na absorção de água.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9833**: Concreto fresco – Determinação da massa específica, do rendimento e do teor de ar pelo método gravimétrico. Rio de Janeiro, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9779**: Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por capilaridade. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: Concreto - Ensaios de compressão de corpo de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16889**: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 2020.
- CHONG, B. W.; SHI, X. Meta-analysis on PET plastic as concrete aggregate using response surface methodology and regression analysis. **Journ. of Infr. Preserv. and Resil.**, v. 4, n. 2, p. 1-15, 2023.
- CORREA, P. M.; GUIMARÃES, D.; SANTANA, R. M. C. Influência da Concentração de Pet Pós-Consumo nas Propriedades Físicas do Concreto Leve. **Rev. Elet. de Mat. e Proc.**, v. 14, n. 3, 1p. 40-145, 2019.
- DUEÑAS, B.; SOTO, W; CARRERA, E. Evaluation of the thermic efficiency of the prototype at scale of a sustainable housing that uses concrete with PET fibers (CFP) and the trombe system. *In: The 4th Intern. Confer. on Build. Mater. and Mater. Eng. – ICBMM, 2020. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2021.
- KUMAR, B.M. *et al.* Studies on biodegradation of plastic packaging materials in soil bioreactor. **Indian Journ. of Adv. in Chem. Sci.**, v. 1, p. 297-299, 2016.
- NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. **Tecnologia do concreto**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- OLIVEIRA, J. S.; SILVA, I. A.; TUTYA, A. C. B. Desenvolvimento econômico sustentável: meio ambiente equilibrado como elemento da dignidade humana. **Rev. Jur. Uni.**, v. 05, n. 01, p. 22-37, 2020.
- ROTH, C. G.; GARCIAS, C. M. A influência dos padrões de consumo na geração de resíduos sólidos dentro do sistema urbano. **Red.**, v. 13, n. 3, p. 5-13, 2008.
- SERRA, G. A. *et al.* Estudo da adição de resíduos de Polietileno Tereftalato (PET) como agregado alternativo para misturas asfálticas. *In: 32º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transpores da ANPET, 2018. Anais [...]*, Gramado, p. 1668 – 1678, 2018.

Agradecimentos

Agradecemos ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus Itapetininga, PIBIFSP/2023, pelo financiamento mediante a concessão de bolsa auxílio de iniciação científica.