

REAPROVEITAMENTO DO POLITEREFTALATO DE ETILENO (PET) PARA USO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Ana Maria Gonçalves Duarte¹
Camila Gonçalves Luz Nunes²
Loredanna Melyssa Costa Souza de Almeida³
Priscila Maria Souza Gonçalves Luz⁴
Luana Dantas de Medeiros⁵
Edmilson Dantas da Silva Filho⁶

RESUMO

O Politereftalato de etileno – PET é um material amplamente utilizado na fabricação de embalagens, principalmente em garrafas para bebidas tais como refrigerantes, águas com gás, cervejas, no entanto, o PET necessita de muitos anos para se decompor na natureza, provocando entupimentos de esgotos e armazenamento de água causando a proliferação de insetos e ratos, que podem causar doenças. Desse modo, a necessidade de sua reciclagem tornou-se imperativa e o estudo das propriedades do material reciclado vem sendo muito abordado. Uma alternativa é a adoção de “práticas limpas”, como a introdução de um novo processo menos poluidor, ou a recuperação da matéria-prima perdida e recirculada na fabricação, ou ainda a valorização de um resíduo que poderá originar um subproduto. Assim, este estudo tem como objetivo utilizar resíduos de garrafa PET pós-consumo como matéria-prima para produção de pisos intertravados. Foram avaliadas as propriedades físicas e mecânicas dos pisos produzidos com uso de PET nos teores de 5 e 10% nas idades de 7,14,21 e 28 dias. Observou-se que o uso do PET como matéria-prima proporciona a redução do descarte desse material no meio ambiente, mitigando os impactos ambientais e ainda agregando valor a um material indesejável e reduzindo a extração das matérias-primas convencionais utilizadas, contribuindo para a sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: Educação ambiental, sustentabilidade, resíduos, meio ambiente.

¹ Doutora do Curso de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, ana.duartemendonca@professor.ufcg.edu.br

² Doutora pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, cglu@cademico.ufpb.br

³ Doutora pelo Curso de Engenharia de Processos da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, loredanna.souza@servidor.uepb.edu.br

⁴ Doutora pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, priscilaluz55@gmail.com

⁵ Doutoranda pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, luanadantas.engenheira@gmail.com

⁶ Doutor pelo Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, edmilson.silva@ifpb.edu.br



1. INTRODUÇÃO

Dentre diversos tipos de resíduos gerados pela humanidade, os que geram mais impacto na natureza são os de difícil degradação. Isso porque, ao não pertencerem a nenhum ciclo, acabam por trazer desequilíbrios físicos, químicos ou biológicos ao meio ambiente. Um dos resíduos de difícil degradação mais utilizados no mundo é o politereftalato de etileno (PET).

O politereftalato de etileno (PET) é um polímero termoplástico da classe dos poliésteres, formado por meio de uma reação de policondensação entre o ácido tereftálico (ou dimetil tereftalato) e o etileno glicol, resultando em uma cadeia linear com unidades repetitivas de ésteres aromáticos. Sua fórmula estrutural pode ser representada como $(C_{10}H_8O_4)_n$, conferindo ao material características físico-químicas singulares, como elevada resistência térmica e mecânica, além de uma excelente barreira contra gases e umidade.

O PET é o plástico mais reciclado em todo o mundo e o Brasil possui posição de destaque nesse contexto, com desempenho superior aos Estados Unidos e diversos países da União Europeia e Ásia. Trata-se de um dos melhores exemplos de economia circular e de atividade baseada nos três aspectos da sustentabilidade: econômico, social e ambiental. O índice de reciclagem brasileiro atingiu 56,4% das embalagens de PET descartadas pela população em 2021, um crescimento de 15,4% sobre o volume registrado em 2019, conforme a Associação Brasileira da Indústria do PET (ABIPET).

Nos últimos anos, o setor da construção civil apresentou crescimento significativo no Brasil, impulsionado por fatores econômicos, sociais e políticos. Em 2024, foi registrado um aumento de 4,3% no setor, com um Produto Interno Bruto (PIB) de R\$ 359,523 bilhões, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esse resultado confirmou as projeções da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), que previa um crescimento de 4,1%. Tal desempenho positivo foi atribuído ao maior dinamismo da economia, à recuperação do mercado de trabalho, à intensificação das obras relacionadas ao período eleitoral e ao retorno de programas habitacionais, como o Minha Casa, Minha Vida (MCMV).

Contudo, esse avanço vem acompanhado de desafios ambientais importantes, considerando o elevado consumo de recursos naturais e a produção massiva de resíduos sólidos. Como resposta, a construção civil tem buscado soluções inovadoras e sustentáveis, especialmente no reaproveitamento de materiais recicláveis como agregados alternativos na composição de concretos e argamassas.

É nesse contexto que se insere o presente estudo, que propõe a incorporação de PET reciclado como substituto parcial do agregado miúdo na produção de concreto para pavimentação intertravada. O pavimento intertravado é um sistema amplamente utilizado em vias urbanas, calçadas, estacionamentos e áreas de circulação de pedestres, caracterizado pelo uso de peças pré-moldadas de concreto que se encaixam entre si, formando uma estrutura resistente, de fácil manutenção e, em muitos casos, permeável.

As peças que compõem esse tipo de pavimento são geralmente produzidas com concretos de alta resistência, exigindo agregados adequados para garantir desempenho mecânico e



durabilidade. A proposta de substituir parte do agregado miúdo convencional (como areia natural) por resíduos plásticos como o PET visa, simultaneamente, reduzir o impacto ambiental da atividade construtiva e explorar novas rotas tecnológicas para valorização de resíduos urbanos.

Assim, este trabalho tem como objetivo principal avaliar os efeitos da incorporação de PET em substituição parcial ao agregado miúdo em concretos para produção de peças para pavimento intertravado, analisando seu comportamento mecânico, absorção de água, trabalhabilidade e viabilidade de uso em infraestrutura urbana.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo, são apresentados os materiais utilizados, suas respectivas especificações técnicas e os procedimentos adotados na condução da etapa experimental da pesquisa. A Figura 1 apresenta o fluxograma de atividades que orientou o desenvolvimento metodológico deste estudo.

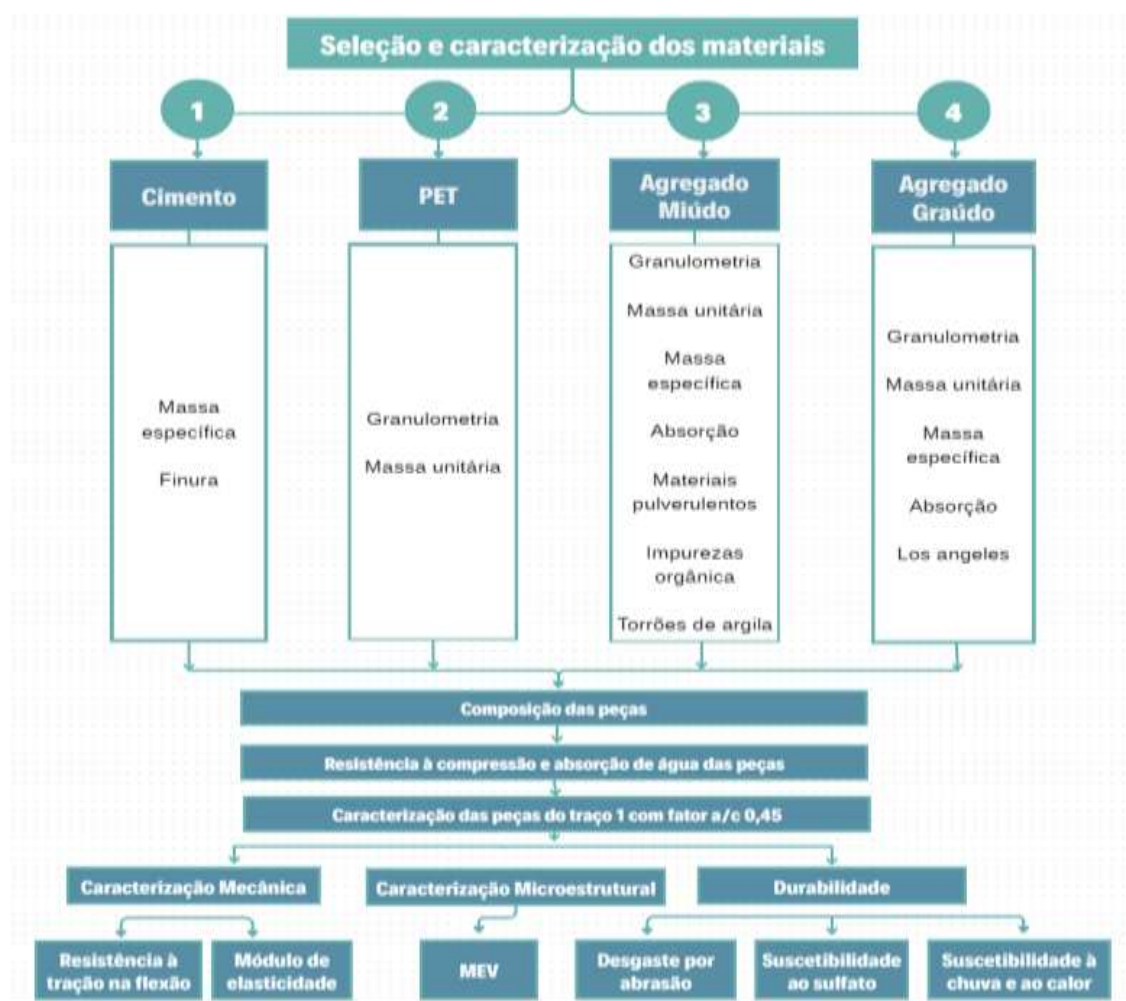


Figura 1: Fluxograma de atividades



2.1 MATERIAIS

- PET: proveniente da indústria DEPET Reciclagem, situada no município de Campina Grande – PB;
- Agregado miúdo: areia quartzosa, extraída do leito do rio Paraíba;
- Agregado graúdo: brita granítica 9,5 mm, também chamada de “cascalhinho” ou brita 0; Cimento: CP V ARI RS – Cimento Portland de Alta Resistência Inicial Resistente a Sulfatos, fabricado pela MIZU Cimentos Especiais;
- Água: destinada ao consumo humano, fornecida pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA);
- Aditivo: marca LIQUIPLAST 1700-S Super Plastificante.

2.1.1 PET (politereftalato de etileno)

O PET utilizado neste estudo se apresenta na forma de pó, com partículas cuja dimensão máxima é de aproximadamente 0,6 mm.

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos nos ensaios realizados para a caracterização física do PET utilizado na pesquisa.

Tabela 1: caracterização física do PET

Ensaio		Unidade	Valor
Granulometria	Módulo de finura	-	1,29
	Dimensão máxima	mm	0,60
Massa unitária	Estado solto	Kg/m ³	629
	Estado compactado	Kg/m ³	768

Conforme os dados apresentados na Tabela 1, o módulo de finura do PET utilizado foi de 1,29. Esse valor está abaixo do limite mínimo estabelecido pela NBR 7211 (ABNT, 2022) para agregados miúdos empregados em concretos à base de cimento Portland, que é de 1,55.

Tal resultado indica que o material apresenta granulometria extremamente fina. Com base na dimensão máxima observada, o PET pode ser classificado como um material muito fino.

A composição granulométrica do agregado miúdo exerce influência fundamental na formulação de concretos e argamassas, uma vez que suas dimensões afetam diretamente o volume de vazios na mistura, o fator água/cimento necessário e, conseqüentemente, a trabalhabilidade do concreto.

2.1.2 AGREGADO MIÚDO

Os resultados obtidos para a análise granulométrica do agregado miúdo indicaram um diâmetro máximo de 4,75 mm e um módulo de finura de 2,80. Segundo a classificação baseada no valor do módulo de finura, que é calculado a partir da soma das porcentagens



retidas acumuladas nas peneiras da série normal, dividida por 100, as areias podem ser categorizadas como muito finas, finas, médias, grossas ou muito grossas.

Com base nesse critério, a areia analisada nesta pesquisa enquadra-se como areia média, localizada dentro da chamada zona ótima de distribuição granulométrica. Isso significa que não apresenta deficiência nem excesso acentuado de partículas em nenhuma faixa, o que favorece a obtenção de concretos com melhor trabalhabilidade e maior eficiência econômica.

O teor de materiais pulverulentos obtido na amostra de areia foi de 2,01%, indicando que 97,99% do agregado miúdo é constituído por grãos efetivos de areia. A presença de partículas pulverulentas é considerada indesejável na composição do concreto, pois seu excesso compromete a aderência entre os agregados e a pasta cimentícia, além de dificultar o processo de hidratação do cimento. Esses fatores influenciam negativamente a resistência mecânica do concreto, além de favorecerem processos de deterioração, como a erosão superficial.

2.1.3 AGREGADO GRAÚDO

Com base nos dados apresentados na Tabela 3, observa-se que o agregado graúdo analisado apresentou massa específica de $2,72 \text{ g/cm}^3$ e absorção de água de 0,47%. Segundo Bauer (1995), os valores médios de massa específica para agregados graúdos situam-se em torno de $2,70 \text{ g/cm}^3$. Dessa forma, o valor obtido neste ensaio encontra-se muito próximo da média esperada, indicando que o material possui densidade compatível com os requisitos técnicos normalmente adotados para concretos convencionais. Segundo Chagas Filho (2013) o valor da absorção de agregados de origem granítica é de aproximadamente 0,3%.

2.1.4 CIMENTO

Com base nos dados apresentados na Tabela 4, observa-se que a massa específica do cimento Portland do tipo CP V foi de $3,13 \text{ g/cm}^3$. Esse valor está em conformidade com os requisitos estabelecidos pela NBR 11513 (ABNT, 1990), que especifica um limite máximo de $6,0 \text{ g/cm}^3$ para esse parâmetro. Quanto ao módulo de finura, o valor obtido foi de 1,40, atendendo ao limite máximo definido pela NBR 11579 (ABNT, 2012), que é igual a 12. Esses resultados indicam que o cimento utilizado apresenta propriedades físicas adequadas para aplicação em concretos estruturais.

2.1.5 ÁGUA E ADITIVO

A água utilizada para o amassamento do concreto foi proveniente do sistema de abastecimento público, sendo considerada adequada para uso na construção civil, conforme os parâmetros estabelecidos pela NBR 15900 (ABNT, 2009). Em razão disso, não foi necessário realizar ensaios específicos de qualidade da água.

Quanto aos aditivos, empregou-se o plastificante da marca LIQUIPLAST – 1700, cuja formulação atende aos requisitos estabelecidos pela NBR 11768 (ABNT, 2011) para aditivos químicos utilizados em concretos à base de cimento Portland.



2.2 MÉTODOS

Após a seleção e a caracterização dos materiais, foram definidos os traços do concreto, o fator água/cimento (a/c) e os percentuais de substituição do agregado miúdo por PET reciclado. Os corpos de prova foram moldados conforme os parâmetros estabelecidos e submetidos à cura submersa por 28 dias. Decorrido esse período, realizaram-se os ensaios para a determinação das propriedades físicas e mecânicas do concreto.

2.2.1 COMPOSIÇÃO

Para a moldagem das peças, foi utilizado concreto do tipo plástico, com três diferentes traços em massa: Traço 1 (1:1,5:1,5), Traço 2 (1:2:2) e Traço 3 (1:2,5:2,5), correspondendo, respectivamente, às proporções entre cimento, agregado miúdo (areia) e agregado graúdo (brita). Para cada traço, foram adotados fatores água/cimento (a/c) iguais a 0,45, 0,50 e 0,55.

O aditivo plastificante da marca LIQUIPLAST – 1700 foi incorporado em todas as composições na proporção de 0,8% em relação à massa de cimento, conforme recomendação do fabricante.

Foram produzidas peças com 0,0% de PET (concreto de referência) e com substituição parcial do agregado miúdo por PET reciclado nos teores de 5,0% e 10,0%, em relação à massa total do agregado miúdo. Ao todo, foram obtidas 27 composições distintas, resultantes da combinação entre os diferentes traços, fatores a/c e percentuais de substituição.

2.2.2 MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA

Para a confecção dos corpos de prova, foram utilizadas fôrmas de peças prismáticas, moldes cilíndricos e fôrmas de peças com 16 faces. As peças de 16 faces foram escolhidas devido ao seu bom desempenho no intertravamento. As dimensões dessas peças são 24 cm x 10 cm x 4 cm e foram produzidas com o objetivo de determinar as propriedades de resistência característica à compressão, absorção de água,

2.2.3.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA: ABSORÇÃO DE ÁGUA

A absorção de água, expressa como uma porcentagem, refere-se ao aumento de massa de um corpo sólido poroso devido à infiltração de água nos seus poros permeáveis, em comparação com sua massa no estado seco.

2.2.3.2 COMPORTAMENTO MECÂNICO: RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

O ensaio de resistência à compressão foi empregado para avaliar as características mecânicas das peças, determinando a tensão à qual elas foram submetidas até a ruptura. A realização deste ensaio foi feita utilizando uma prensa Cyber-Tronic, modelo YIMC109, com capacidade de 150 toneladas. O teste foi conduzido no Laboratório de Engenharia de Pavimentos da UFCG.

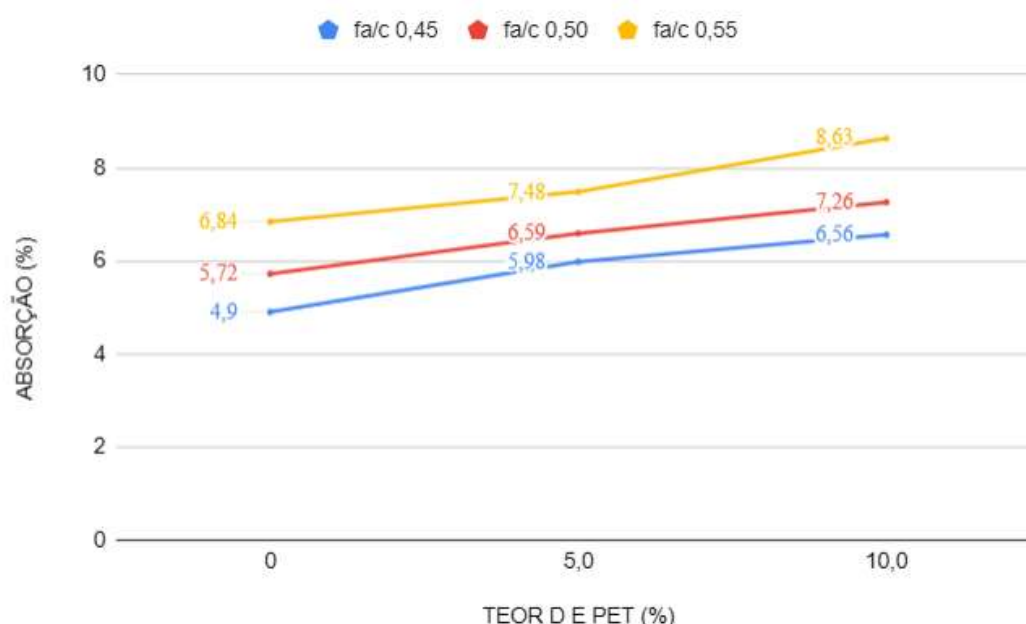


3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA: ABSORÇÃO DE ÁGUA

Foram selecionadas três amostras de cada tipo de peça de concreto para a análise de absorção de água. As massas das amostras foram medidas nos estados seco e saturado. Os traços produzidos variaram em relação ao teor de PET, desde a ausência total (concreto de referência - CREF) até a concentração de 10,0%, traço (1:1,5:1,5),

Figura 2: Absorção de água dos concretos para o Traço 1.



De acordo com os dados apresentados na Figura 2, observa-se que a incorporação de PET resultou em um aumento da absorção de água nos concretos em todas as condições analisadas. Esse fenômeno pode ser atribuído à ausência de interação química entre o polímero (PET) e a matriz cimentícia, o que gerou um aumento na porosidade do concreto, resultando, consequentemente, no aumento da absorção de água.

De maneira geral, a resistência de um material está diretamente relacionada à sua porosidade. Quanto maior for a porosidade de um material, menor tende a ser sua resistência. No caso do concreto, além da porosidade da matriz de cimento e do agregado gráudo, é fundamental considerar também a porosidade da zona de transição entre a matriz e o agregado.

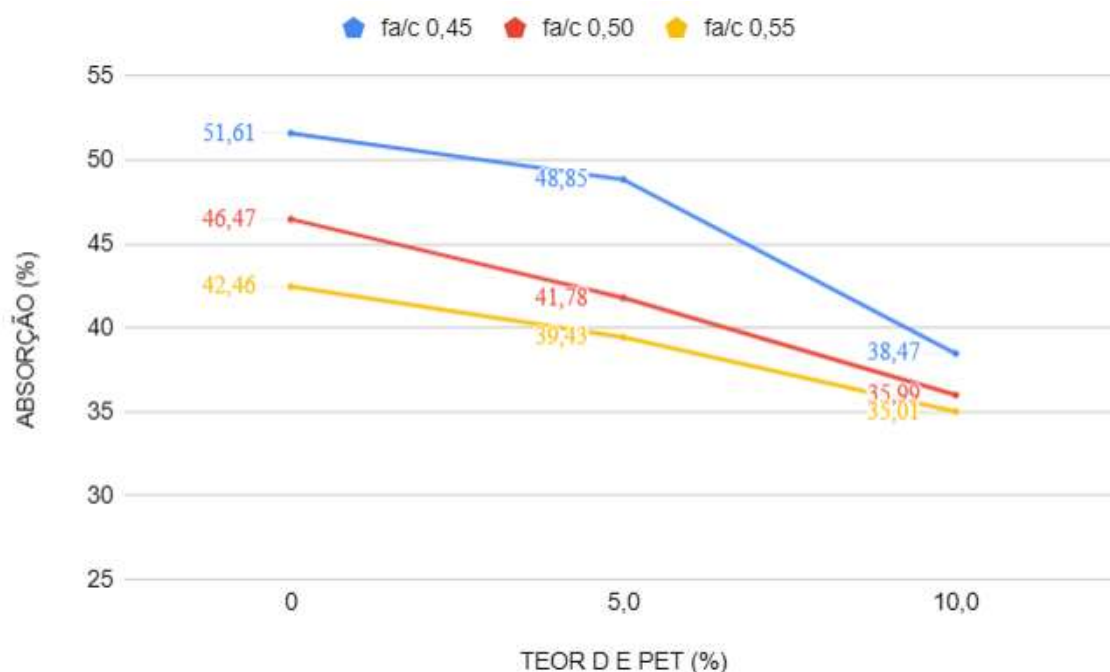
Nos estudos sobre a resistência de concretos com agregados naturais, o uso de agregados densos e resistentes implica que a resistência seja principalmente influenciada pela porosidade da matriz e da zona de transição. No entanto, ao estudar a resistência de concretos que utilizam materiais reciclados, como o PET, a porosidade do agregado reciclado passa a ter um papel significativo na determinação da resistência global do concreto.



3.1.2 COMPORTAMENTO MECÂNICO: RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA À COMPRESSÃO

A Figura 3 ilustra as curvas da resistência característica à compressão das peças intertravadas, Traço (1:1,5:1,5), para o concreto de referência (CREF) e para os concretos com os teores de 5,0% e 10,0% de PET.

Figura 3: Resistência característica à compressão do concreto em estudo



De acordo com os resultados apresentados na Figura 3, observa-se que a substituição do agregado miúdo por PET resultou em uma redução de até 25% na resistência em comparação com o concreto de referência. Segundo Neville (2013), quanto maior a resistência e a massa específica dos agregados usados na produção de concretos convencionais, menor é a influência desses agregados sobre a resistência à compressão do concreto, uma vez que a resistência dos agregados tende a ser superior à da matriz cimentícia. Portanto, ao adicionar resíduos de PET no concreto, observa-se uma queda na resistência à compressão devido à menor resistência do PET em comparação aos agregados tradicionais.

Para o teor de 5,0% de PET, verificou-se uma redução da resistência, quando comparado ao concreto de referência. No entanto, para o teor de 10,0% de PET, obteve-se valores que limitam sua utilização, visto que a NBR 9781 (ABNT, 2013) estabelece o limite de resistência mínima de 35 MPa para que as peças possam ser utilizadas em solicitações para passagem de pedestres e veículos leves.

Comparando os resultados obtidos nesta pesquisa com os valores das normas da Austrália e da África do Sul, que estipula limite mínimo de 25 MPa para aplicações em ambientes com solicitações leves, pode-se afirmar que o uso de todas as peças analisadas é viável em situações que não envolvam sobrecargas elevadas, por exemplo, em praças, passeios,



áreas de lazer e ciclovias.

4. CONCLUSÃO

As características desejadas para os concretos destinados à produção de peças para pavimento intertravado foram analisadas, incluindo: absorção de água, resistência à compressão, resistência à tração, módulo de elasticidade, avaliação microestrutural, resistência à abrasão, suscetibilidade ao ataque por sulfatos e suscetibilidade à ação do sol e da chuva. Com base nos resultados obtidos, as seguintes conclusões podem ser feitas:

- Absorção de água: As peças com adição de PET apresentaram, na maioria dos casos, índices de absorção de água abaixo do limite máximo estipulado pela NBR 9781 (ABNT, 2013), que é de 7%. As peças que ultrapassaram esse valor apresentaram absorção inferior a 10%, limite máximo prescrito pela NBR 12118 (ABNT, 2013), que trata de blocos de concreto vazados para alvenaria simples.
- Resistência à compressão: As peças com incorporação de PET apresentaram valores de resistência à compressão inferiores aos do concreto de referência. Contudo, todas as peças do Traço 1 atingiram valores superiores a 35 MPa, conforme exigido pela NBR 9781 (ABNT, 2013) para aplicações em solicitações leves, sendo adequadas até o teor de 10,0% de PET. Os Traços 2 e 3 também são recomendáveis, desde que sejam observados o fator água/cimento e os teores de PET.
- Resistência à tração: Os resultados obtidos nos ensaios de resistência à tração na flexão foram consistentes com os dados de outros autores, que estimam que a resistência à tração seja em torno de 10% da resistência à compressão. Esse padrão foi observado tanto para o concreto de referência quanto para os concretos com PET.
- Benefício ambiental do PET: O resíduo de PET foi testado nesta pesquisa com o objetivo de reduzir o consumo de matérias-primas. Os resultados apontam para um êxito parcial. Embora haja uma perda de resistência nas peças com PET, o benefício ambiental, com a eliminação segura dos resíduos (que de outra forma seriam descartados em aterros sanitários ou lixões a céu aberto), não pode ser desconsiderado.

5. REFERÊNCIAS

Associação Brasileira da Indústria de Pet (ABIPET). Reciclagem do PET. Disponível em: <https://abipet.org.br/reciclagem/>. Acesso em: 28 out. 2025.

Jornal Eletrônico FIVJ. Estudo sobre a resistência do concreto com PET. Disponível em: <https://www.jornaleletronicofivj.com.br/jefvj/article/view/579/557>. Acesso em: 28 out. 2025.

Petroresinas. Saiba mais sobre o politereftalato de etileno. Disponível em:



<https://www.petroresinas.com.br/blog/politereftalato-de-etileno/saiba-mais-sobre-o-politereftalato-de-etileno/>. Acesso em: 28 out. 2025.

Centro Tecnológico de Estudos e Pesquisas Ambientais (CETEA). Características e vantagens do uso de plásticos reciclados. Disponível em: https://ital.agricultura.sp.gov.br/arquivos/cetea/informativo/v9n4/v9n4_artigo4.pdf. Acesso em: 28 out. 2025.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 7211: Concreto - Agregados - Especificação. 2022.

TAHERKHANI, Hasan. **An investigation on the properties of the concrete containing waste PET fibers.** In: *International Journal of Science and Engineering Investigations*. Vol. 3, abr. 2014.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto.** (Tradução: Salvador Giammusso). 2. ed. São Paulo: PINI, 2013.

SAIKIA, Nabajyoti; BRITO, Jorge de. **Waste polyethylene terephthalate as an aggregate in concrete.** In: *Materials Research*. Vol. 16, 2013.

SADEGHIFAR, Adel; SOHRABI, Mohammad Reza. **Investigating the properties of mechanical concrete containing waste plastic bottles replaced instead rock material.** In: *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*. Vol. 5, fev. 2014.

TAHERKHANI, Hasan. **An investigation on the properties of the concrete containing waste PET fibers.** In: *International Journal of Science and Engineering Investigations*. Vol. 3, abr. 2014.

RAMADEVI, K.; MANJU, R. **Experimental investigation on the properties of concrete with plastic PET (bottle) fibre as fine aggregates.** In: *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. p. 42-46, 2012.

VANU, Malagavelli; RAO, P. N. **Effect of non-degradable waste in concrete slabs.** In: *International Journal of Civil and Structural Engineering*, v. 1, n. 3, p. 449-457, 2010.

SOROUSHAN, P.; PLASENCIA, J.; RAVANBAKHS, S. **Assessment of reinforcing effects of recycled plastic and paper in concrete.** In: *ACI Materials Journal*. v. 100, p. 203-207, 2013.





MUDIYONO, Rachmat. **The effect of paver joint width on the construction of concrete block pavement on sloping road section.** In: *Journal UNISSULA*, Indonésia, nov. 2015.

