

## Uso de Politereftalato de Etileno (PET) como agregado em bloco de concreto

### Use of Ethylene Polyterephthalate (PET) as aggregate in concrete block

### Uso de Politereftalato de Etileno (PET) como agregado em bloco de hormigón

Recebido: 17/08/2022 | Revisado: 28/08/2022 | Aceito: 31/08/2022 | Publicado: 08/09/2022

**Eliane Ferreira da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3402-5356>

Universidade Guarulhos, Brasil

E-mail: [elianesilvasp@yahoo.com.br](mailto:elianesilvasp@yahoo.com.br)

**Marisa Vianna Mesquita**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1879-8466>

Universidade Guarulhos, Brasil

E-mail: [marisaviannamesquita@gmail.com](mailto:marisaviannamesquita@gmail.com)

#### Resumo

O Politereftalato de etileno (PET) um tipo de poliéster que faz parte do cotidiano humano possuindo muitas vantagens com relação ao peso, praticidade no transporte e armazenamento, sendo utilizado para fabricação de embalagens com a finalidade de guardar e conservar alimentos, grãos, bebidas, remédios, matéria-prima para tecidos, entre outros. Porém, como a maioria dos materiais poluentes, o PET quando descartado incorretamente nas ruas, aterros e até mesmo em lixões, causa grandes impactos negativos ao meio ambiente. Tendo em vista o cenário atual voltado a questões de sustentabilidade, a área da construção civil de forma positiva busca inovações e alternativas ecologicamente corretas, inserindo materiais sustentáveis com menor índice de poluição em seus projetos e com oportunidade de construir um planeta sustentável essencial para o bem estar da atual e futuras gerações. Desta forma, analisando esse cenário, surgiu a ideia de estudar a possibilidade de utilizar garrafas PET trituradas na mesma granulometria da areia, como substituto do cimento na confecção de blocos sustentáveis, na expectativa de obter boa resistência, diminuindo assim, o descarte irregular deste material no meio ambiente. Foram realizados testes de resistência a compressão tendo-se como o melhor resultado a composição de 27% de PET e 73% de areia, ainda que relativamente baixo quando comparado com outras porcentagens dos mesmos materiais. Houve baixa aglomeração entre o polímero e a areia, gerando espaços vazios que influenciou na resistência.

**Palavras-chave:** Politereftalato de etileno; Polímero; Sustentabilidade; Bloco de concreto.

#### Abstract

The Ethylene Polyterephthalate (PET) is a type of polyester that is part of human daily life, having many advantages in relation to weight, practicality in transport and storage, being used to manufacture packaging in order to store and conserve food, grains, beverages, medicines, material. prime for the manufacture of fabrics, among others. However, like most polluting materials, when PET is incorrectly disposed of on streets, landfills and even dumps, it causes major negative impacts on the environment. In view of the current scenario focused on sustainability issues, a civil construction area positively seeks innovations and ecologically correct alternatives, sustainable materials with a lower population rate in its projects and with a guarantee of an opportunity to build a sustainable planet essential for the well-being of current and future generations. Thus, analyzing the current scenario, the idea arose to study the possibility of using PET bottles crushed in the same granulometry as sand, as a substitute for cement in the manufacture of sustainable blocks, in the hope of obtaining good resistance, thus reducing the irregular disposal of this material in the environment. Compressive strength tests were performed and confirmed that the best proposal was composed of 27% PET and 73% sand had the best strength, although relatively low when compared to other percentages of the same materials. There was low agglomeration between the polymer and the sand, generating empty spaces that influenced the resistance.

**Keywords:** Polyethylene terephthalate; Polymer; Sustainability; Concrete block.

#### Resumen

El Politereftalato de etileno (PET) es un tipo de poliéster que forma parte de la vida cotidiana humana, teniendo muchas ventajas en cuanto al peso, practicidad en el transporte y almacenamiento, siendo utilizado para la fabricación de envases con el fin de almacenar y conservar alimentos, granos, bebidas, medicamentos, materia prima para tejidos, entre otros. Sin embargo, como la mayoría de los materiales contaminantes, el PET al desecharse incorrectamente en las calles, rellenos sanitarios e incluso en basureros, provoca grandes impactos negativos al medio ambiente. Ante el escenario actual enfocado en temas de sustentabilidad, el área de construcción civil busca positivamente innovaciones y alternativas ecológicamente correctas, insertando en sus proyectos materiales sustentables con menor contaminación

y con la oportunidad de construir un planeta sustentable esencial para el bien del presente y del futuro generaciones. De esta forma, analizando este escenario, surgió la idea de estudiar la posibilidad de utilizar botellas de PET trituradas en la misma granulometría de la arena, como sustituto del cemento en la fabricación de bloques sustentables, en la expectativa de obtener una buena resistencia, reduciendo así la disposición irregular de este material en el medio ambiente. Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión siendo el mejor resultado la composición de 27% PET y 73% arena, aunque relativamente bajo si se compara con otros porcentajes de los mismos materiales. Hubo poca aglomeración entre el polímero y la arena, generando espacios vacíos que influyeron en la resistencia.

**Palabras clave:** Tereftalato de polietileno; Polímero; Sustentabilidad; Bloque de concreto.

## 1. Introdução

Nos dias atuais, com o desenvolvimento populacional e a intensa industrialização, a concentração de resíduos vem se acumulando cada vez mais ao longo dos anos, com isso gerando excesso de materiais sólidos causando diversos impactos ambientais no planeta (Slater, 2002). No ambiente da construção civil não é diferente, ainda que seja uma das atividades mais antiga que se pode analisar, contribui diretamente para o crescimento e desenvolvimento social e econômico do planeta.

Grande geradora de resíduos, essa área da construção civil, consegue totalizar aproximadamente 41% a 70%, seja por perdas na execução dos processos, reparos, reformas ou por atividades provenientes de demolição na própria obra, que não sendo descartado da maneira correta, causam grandes impactos para a natureza. Segundo Mendes *et. al.* (2022), a construção civil apesar de gerar muitos resíduos e consumir muitos recursos naturais promove grande geração de empregos e principalmente de renda atingindo cerca de 6,2% do então denominado PIB (Produto Interno Bruto).

De acordo com Pinto (1995) e Salvador Filho (2007), o ideal seria analisar a viabilidade de reaproveitar dos resíduos na própria obra, de forma a contribuir com o ecossistema visando implementar modelos de desenvolvimento sustentável. A Lei nº 12.305/2010, referente a Política Nacional de Resíduos Sólidos, veio justamente para incentivar e dar responsabilidades para fabricantes, fornecedores, comerciantes, clientes, etc., exigindo que eles deem uma destinação correta para o material de sua produção. Assim, ao longo dos anos a atividade da construção civil vem se consolidando como uma das mais influentes na deterioração ambiental, trazendo diversos impactos ao longo da sua cadeia produtiva, desde o consumo exacerbado das riquezas naturais até o acúmulo de resíduos de descartes no meio ambiente (Brasil, 2010).

Devido a este fato, atualmente existe uma crescente demanda da sociedade para que essas atividades se tornem mais sustentáveis, exigindo assim uma atenção maior por parte das empresas sobre essa temática. Uma possível alternativa para solucionar este problema seria a elaboração de estudos acerca de novas técnicas e materiais alternados a serem empregados na construção civil.

Entre essas ideias, há o uso do Politereftalato de etileno (PET), comercializado em grande escala por causa da sua resistência mecânica, química e térmica, com seu alto consumo tendo várias opções de uso, a exemplo de: frascos e garrafas para uso alimentício e hospitalar, acondicionar produtos de uso cosméticos, bandejas para micro-ondas, filmes para áudio e vídeo e fibras têxteis, etc., conseqüentemente parte de suas embalagens vazias são descartadas abertamente no meio ambiente, o que gera danos ambientais que em alguns casos são irreparáveis (Dias & Teodósio, 2011).

E foi pensando nessa resistência que essa matéria prima oferece que surgiu essa proposta de apresentar um estudo com a utilização desse material no ramo da engenharia civil. O principal objetivo desse estudo foi o de reutilizar o máximo de plástico possível de forma sustentável no auxílio da fabricação de blocos de concreto e assim contribuir com planeta terra.

### 1.1 Politereftalato de etileno (PET)

Segundo Bellis (2020), em 1941 os químicos Winfield e Dickson, colaboradores da empresa Calico Printer's Association de Manchester, desempenhando a função de etilenoglicol, ambos buscando crescimento e reconhecimento ao desenvolver seu trabalho, observaram o aparecimento de um material pegajoso e que, na medida que o material era esticado, dava origem a longas e resistentes fibras, e por ter esse tipo de composição foi definido inicialmente como poliéster. Houve

então, diversas pesquisas sobre o tema e afim de lançar no mercado um produto revolucionário e de grande destaque, desenvolveram o Politereftalato de Etileno (PET) como um material polímero semicristalino com grande potencial molecular que nos dias atuais é mundialmente conhecido como PET, que no logo no início foi usado para fins de tecelagem no aspecto de fibra.

A composição dos polímeros é a formação de repetição de diversas unidades químicas e unidades estruturais simples, que são titulados de monômeros. São consideradas substâncias que originam e apresentam massa molar na ordem de 104 e 106 unidades, sendo interligados, o que resulta em ligações covalentes (Akcelrud, 2007).

Segundo Aragon e Ghiraldello (2014), do século XX ao início deste século os materiais denominados convencionais que são usados na construção civil, vêm sendo substituídos por materiais sustentáveis a exemplo dos plásticos reciclados e borrachas, que vai desde instalações hidráulicas, elétricas até ao acabamento de uma obra como revestimentos de pavimentos e caixilharias, fazendo com que o plástico seja considerado como elemento fundamental nesta categoria.

É conhecido que para confeccionar plástico, a matéria prima mais importante é o petróleo, em atenção ao número de nafta petroquímica que é usada como matéria prima para produzir os etilenos, propenos, butadienos, benzenos, toluenos, entre outros (Akcelrud, 2007; Silva, 2009; Lino, 2011). De acordo com Santana *et al.* (2013), desenvolver tijolos ecológicos é uma das maneiras para conservação do meio ambiente e da sustentabilidade.

Já Spinacé e De Paoli (2005), descrevem que dentre as diversas opções de polímeros que são reciclados, o PET destaca-se pelo alto índice de reciclagem. Nos EUA e Canadá, o PET na década de 80, era reciclado para enchimento de almofadas, passando em seguida a ser inserido na confecção de tecidos e recipientes para armazenamento de produtos alimentícios.

No Brasil, as garrafas PET chegaram somente em 1989, apresentando boa estabilidade dimensional, fácil conformação, versatilidade de design e cores, modo de processamento fácil, alcançando altos níveis de produtividade e rendimento, material com altíssima resistência a impacto e o melhor, pode ser totalmente reciclada em 100%. Segundo Silva *et al.* (2021), o Brasil é hoje considerado o terceiro maior consumidor de PET a nível mundial com cerca de 3400 marcas de bebidas já registradas.

Sendo o PET considerado como um poliéster saturado, tem em sua composição a junção de ácido tereftalato (TPA) ou dimetil tereftalato (DMT) e do etilenoglicol (EG). Seus catalizadores na polimerização são destacados como metais, óxidos ou até mesmo sais metálicos. Nos casos em que requer aplicação de fabricação de embalagens através do sopro, é necessário um polímero com massa maior que 40 000g/mol e a viscosidade intrínseca também seja superior a 0,70 dl/g, já que do contrário, não existe a probabilidade de se obter o mesmo resultado apenas com o processo de poli condensação (Wiebeck & Harada, 2005).

Por ter incontáveis modos de aplicações e reutilizações, o PET facilita e contribui com todos os aspectos de vida dos seres humanos, devido sua forma maleável e durável. São utilizados de acordo com a imaginação como: para armazenando de líquidos, artesanatos, construção de casas sustentáveis, diversos tipos tijolos, blocos e telhas ecológicos e ainda pode ser substituto da brita na fabricação de cimento.

## 1.2 A produção dos blocos de concreto

De acordo com Medeiros e Sabbatini (1993), a definição de blocos de concreto em grande parte das normas é incompleta, procurando conceituar os materiais constituintes ou usando as dimensões e geometria desses artefatos. Então os autores definiram o bloco de concreto como um artefato constituído de uma mistura homogênea, e adequada de forma proporcional, composta de cimento Portland, agregado miúdo, agregado graúdo e água, aderida por meio de vibração e prensagem, com dimensões superiores a 250 (comprimento) x 120 (largura) x 55 (altura) mm.

Os blocos de concreto são elementos básicos de alvenaria, pavimentação, entre outros, dependendo da sua utilização. Eles podem ser vazados ou maciços, e também são feitos em diferentes formas, tamanhos, padrões, cores e texturas. Com o surgimento do Cimento Portland, os blocos de concreto surgiram como unidades grandes e maciças de concreto e começaram a ser utilizados na construção civil. Desde então, alguns esforços foram feitos para modernizar a produção de blocos de concreto e sua utilização em alvenaria. No entanto, os materiais usados, o procedimento de dosagem e o layout do processo de produção ainda são essencialmente os mesmos (Salvador Filho, 2007).

De maneira geral, a maioria dos pesquisadores aponta que desde que consideradas as características inerentes a cada processo, os materiais adequados para a produção de concreto convencional também são adequados para a produção de blocos de concreto. Os materiais utilizados na produção de blocos de concreto são resumidos em: cimento (aglomerante), agregado graúdo, agregado miúdo e água (Ribeiro, 2005).

Segundo Salvador Filho (2007) afirma que, de acordo com requisitos específicos a dosagem estabelecida para o bloco também pode aplicar outros materiais a composição do mesmo, como aditivos, pigmentos, adições minerais e assim por diante. Os materiais constituintes dos blocos de concreto devem ser especificados e utilizados de acordo com suas características, para que o produto final atenda aos objetivos esperados.

### **1.3 As vantagens do pet na produção dos blocos de concreto**

Nas últimas décadas, com a consciência da sociedade sobre os recursos e riquezas naturais e se as gerações futuras irão usufruir desses recursos, surgiram preocupações com o meio ambiente. Ao mesmo tempo, ocorreu um alerta às empresas para a melhoria da eficiência das matérias-primas. Com base nesses fatos, foi desenvolvida uma tecnologia de incorporação de resíduos de garrafas PET em blocos de concreto, buscando reciclar esse polímero, e desenvolver seus benefícios quando combinado com o concreto.

De acordo com Pires (2015) a indústria da construção civil parece adequada para o recebimento de resíduos de PET, em primeiro lugar pelo alto consumo de materiais e, em segundo lugar, por necessitar de grande abundância de matérias-primas renováveis. Este tema foi aceito e discutido por diversos autores no Brasil e em outros países do mundo. Diversos estudos têm sido publicados para solucionar o problema da utilização do PET como insumo em produtos para construção civil.

Atualmente, buscando melhorar sua durabilidade e resistência, as pesquisas sobre a combinação de PET e concreto têm se fortalecido. O concreto é o material mais consumido no mundo, é uma mistura homogênea de cimento, agregados finos e agregados graúdos, misturados com ou sem componentes menores (aditivos químicos e aditivos) e água, e desenvolve suas propriedades através do enrijecimento da pasta de cimento.

Uma das principais vantagens do uso do PET em edificações civis e a redução de matérias-primas não renováveis (como o uso de areia na fabricação de concreto), que podem otimizar os danos ambientais causados pela extração de matérias-primas, e ainda representam um pequeno custo financeiro, já que o PET é uma matéria-prima que é rejeitada como lixo todos os dias. Por esse motivo, cada vez mais se tem interesse em pesquisar e aprimorar as pesquisas sobre a incorporação desses resíduos, de forma a dar garantia de segurança para o uso do PET, o que desenvolve o interesse de outras empresas em aumentar e investir no setor de reciclagem. Os resultados desses estudos devem ser comparados a especificações técnicas recomendadas pelas Normas Brasileiras (ABNT e DNIT) (Rocha *et al.*, 2017).

Dessa forma, pode-se considerar que a inclusão de resíduos de PET nos materiais da construção civil supera o desempenho ambiental uma vez que promove o alívio em aterros, reduz a emissão de gases poluentes, gera uma redução no uso de energia e insere os resíduos na cadeia produtiva que promove economia e melhorias sociais, através da geração de renda e ainda valorando um resíduo descartado (Pires, 2015).

Segundo pesquisas do CEFET (Centro Federal de Educação Técnica do Paraná), os blocos PET podem reduzir em até 60% o custo da construção de casas e podem proporcionar ainda outras vantagens nas moradias como isolamento térmico e acústico (Ferreira *et al.*, 2007).

Além disso, conforme Safinia e Alkalbani (2016) estudos sobre a resistência à compressão e densidade de garrafas plásticas inseridas em blocos de concreto são aceitáveis. Comparando blocos de concreto sem garrafas e blocos de concreto com garrafas de plástico, sua resistência à compressão aumentou 57%. Outras características, como benefícios econômicos e ambientais, também confirmam o uso de garrafas plásticas em blocos de concreto.

Quando utilizado em materiais de construção como blocos de concreto, o PET pode substituir parte de agregados graúdos ou miúdos de acordo com a tecnologia de preparação ou o interesse dos pesquisadores. Nesse caso, a presença do PET reduzirá a massa do concreto e alterará algumas de suas propriedades, como resistência à corrosão e resistência à tração.

## 2. Metodologia

A presente pesquisa se baseia em uma revisão bibliográfica, de metodologia qualitativa, com foco no caráter subjetivo da bibliografia analisada, por uma pesquisa literária. Ressalta-se que o estudo foi delimitado com foco na temática, selecionando livros, periódicos (jornais e revistas, impressas ou virtuais), artigos científicos e trabalhos acadêmicos.

A busca na literatura se deu por materiais publicados nos últimos 15 anos, embora também tenha sido selecionado materiais mais antigos em razão de conceituação de termos e de contexto histórico do assunto. Este estudo possibilitou confeccionar bloco sustentável usando em sua composição somente dois tipos de materiais (areia + *flakes* de PET), podendo ser concluído em duas etapas, ambas realizadas no Laboratório de Engenharia Civil da Univeritas/Universidade Guarulhos/UNG.

Na etapa 1, foram preparadas 5 amostras contendo diferentes proporções de areia + *flakes* de PET totalizando 520g, e por se tratar de um procedimento elaborado em alta temperatura, foram usados corpos de prova de argamassa cilíndricos (5 x 10) cm afim de analisar após seu processo de esfriamento qual das amostras teria o melhor resultado nos ensaios de compressão.

Na etapa 2, foram selecionados os 2 (dois) melhores resultados de compressão resultante da etapa 1, e repetido o mesmo em 10 vezes, afim de obter uma média dos valores, de forma a garantir que a média estaria dentro do mínimo aceito pela ABNT NBR 13276:2016 de argamassa, que exige no mínimo 7 amostras. Além disso, para que haja embasamento comparativo, foi considerando os resultados obtidos a partir do estudo conforme determinação da ABNT NBR 6136/2016 que cita que sua resistência de compressão do bloco é considerada boa quando o resultado mínimo está entre 4,5 MPa à 16 Mpa.

O material que compreende de origem natural como areia, foram adquiridas dos depósitos da Univeritas/Universidade Guarulhos/UNG em proporções pequenas e individuais somente para este trabalho. Já a quantidade de PET utilizado nesse trabalho, se deu por doação, obtidos a partir de garrafas PET em granulometria análoga à da areia após o processo de moagem, de forma que sua aparência física ficasse semelhante, de forma a facilitar no momento de aquecimento, uma vez que seria totalmente derretida.

Na Tabela 1 são apresentadas as quantidades de materiais usados para confecção de 05 (cinco) corpos de prova, sendo pesada cada porcentagem de material separadamente e depois acomodada em um recipiente mantendo a sua uniformidade. As amostras foram levadas a estufa a uma temperatura de 200°C, mexendo de 10 em 10 minutos na tentativa de obter uma pasta homogenia.

---

**Tabela 1:** Massa unitária de materiais empregados.

---

Identificação	Areia (g)	Pet (g)	Total Areia/Pet (g)	Areia %	PET %	Total %
CP01	380	140	520	73	27	100%
CP02	320	200	520	62	38	100%
CP03	300	220	520	58	42	100%
CP04	260	260	520	50	50	100%
CP05	200	320	520	38	62	100%

Fonte: Autores.

Como o Politereftalato de etileno tem seu ponto de fusão a 260°C, aos 47 minutos do material em estufa, não se obteve o resultado esperado, permanecendo este no mesmo estado ao qual foi submetido inicialmente, deste modo, houve a necessidade de usar um agitador magnético com aquecimento - Q261, disponibilizado pelo laboratório de química da mesma instituição. Este aparelho é utilizado para manutenção da temperatura de amostras que devem ser misturadas ou diluídas a quente e, onde sua temperatura máxima possa atingir na superfície da plataforma até a 400°C.

Então, novamente foi separado, pesado e misturado a quantidade de areia e PET para as amostras, colocados em bandeja com tampa e repousada sobre a plataforma do agitador já aquecido em alta temperatura, mexendo de 10 em 10 minutos, por aproximadamente 30 minutos até obter uma pasta homogênea de coloração cinza escuro.

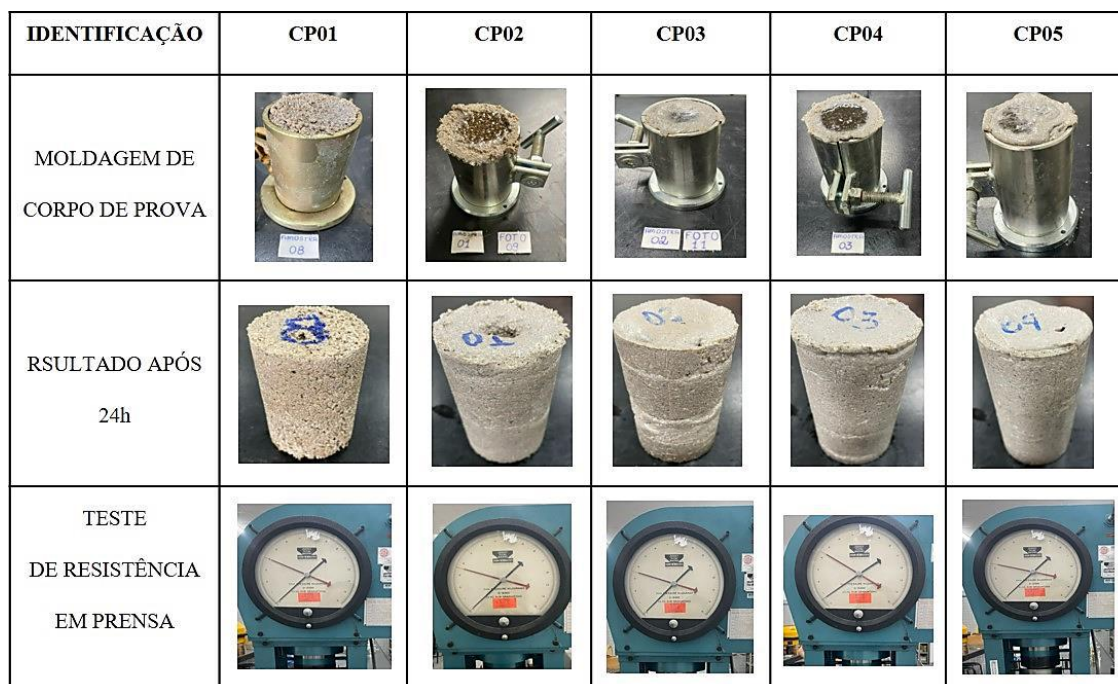
Logo após, por processo manual, foi acondicionado em corpo de prova de Argamassa cilíndrico medindo 5x10cm untado internamente com uma leve camada de óleo mineral. Para reduzir o volume de vazios no interior da amostra, se fez necessário aplicar 3 batidas na base do corpo de prova cilíndrico de forma a preencher uniformemente o máximo de espaço, e após esse processo, a amostra foi reservada em local seco por 24 horas, até estar totalmente enrijecido e em temperatura ambiente, para que dessa forma pudesse ser levado a prensa, afim de medir sua resistência.

### 3. Resultados e Discussão

Para determinação da resistência, todas as amostras foram submetidas a esforço de compressão realizados na prensa hidráulica, fornecendo a resistência em quilograma força (kgf).

Conforme demonstra a Figura 1, passado as 24 horas de descanso, sendo tempo suficiente para esfriar a amostra, pois sabe se que o PET tem característica de esfriar relativamente rápido, enquanto que a areia continua aquecida por horas, as mesmas foram desenformadas e submetidas a análise de aspecto visual verificando o acabamento e detectando-se possíveis defeitos e imperfeições que pudessem comprometer a estrutura da amostra. Desta forma, foi possível detectar que algumas amostras apresentavam na parte superior um aspecto tipo "vulcão invertido", além da aparência irregular, mesmo que inicialmente exibiram um aspecto homogêneo e aparentemente compactas, todavia não ficaram livres de imperfeições ou trincas, o que teve grande parcela negativa nos resultados esperados.

**Figura 1:** Ensaio do método de melhor proporção Pet/areia.



Fonte: Autores.

Todas as amostras foram levadas a balança para pesagem individual, medição de diâmetros e submetido ao ensaio de compressão, onde foram centralizados no prato da prensa da marca Forney, aplicando força de forma manual sobre a amostra com velocidade constante até o momento de sua ruptura, de forma que a força fosse uniformemente distribuída obtendo os resultados apresentados da Tabela 2.

**Tabela 2:** Resultados obtidos.

Identificação	Força Kgf	Mpa
<b>CP01</b>	<b>4000</b>	<b>5,2</b>
CP02	3600	4,7
CP03	3500	4,6
<b>CP04</b>	<b>4400</b>	<b>5,7</b>
CP05	3400	4,4

Fonte: Autores.

Para obter o resultado em Mega Pascal (MPa) é indispensável dividir o valor obtido de resistência pela área da seção transversal do corpo de prova cilíndrico, utilizando a Equação 1.

$$A = \pi \frac{D^2}{2} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

A: área da seção transversal (cm<sup>2</sup>),

$\pi$ : constante numérica (adimensional),

D: diâmetro do molde cilíndrico (cm).

Logo após, foi realizada a conversão do valor de resistência a compressão em quilograma força (kgf), fornecidos pela prensa, para MPa foi utilizado a seguinte relação  $1 \text{ kgf/cm}^2 = 0,098067 \text{ Mpa}$ , podendo-se desta forma chegar aos resultados de resistência das amostras, conforme demonstrado na tabela 2 acima.

É possível verificar dentre os resultados em Mpa quais amostras apresentaram melhor resistência a compressão, sendo escolhidas as amostras CP01 correspondente a 380g de areia e 140g de Pet e a amostra CP04 sendo 50% de cada material a relação de mistura ideal para realização do método de repetição de 10 vezes, onde obteve-se o resultado conforme as tabelas 3 e 4 consecutivamente.

**Tabela 3:** Resultados dos ensaios dos corpos de prova amostra **CP01**.

Identificação resultado	Força kgf	Mpa	Media	Desvio Padrão
CP01	4500	5,9		
CP02	6300	8,2		
CP03	3900	5,1		
CP04	4900	6,4		
CP05	6100	7,9	6,68	0,997797575
CP06	4100	5,3		
CP07	5300	6,9		
CP08	5800	7,5		
CP09	5500	7,2		
CP10	4900	6,4		

Fonte: Autores.

**Tabela 4:** Resultado dos ensaios dos corpos de prova amostra **CP04**.

Identificação resultado	Força kgf	Mpa	Media	Desvio Padrão
CP01	1300	1,7		
CP02	1200	1,6		
CP03	1300	1,7		
CP04	1000	1,3		
CP05	800	1	1,48	0,328024389
CP06	1000	1,3		
CP07	1600	2,1		
CP08	800	1		
CP09	1100	1,4		
CP10	1300	1,7		

Fonte: Autores.

Baseado nos resultados da Tabela 3, após a repetição da melhor amostra, obteve-se uma média de resistência de 6,68 MPa, valor que está pouco acima do resultado mínimo exigido pela ABNT NBR 6136/2016 que cita que sua resistência de compressão deve ser de 4,5 MPa à 16 MPa. Observou-se que em todas as amostras onde contem 73% de areia e 27% de PET, após o processo de esfriamento e desmolde todas elas permaneceram com aparência irregular proveniente da moldagem, fato



que pode justificar a baixa resistência, por se tratar de processo realizado em alta temperatura. Já o resultado demonstrado na Tabela 4 não obedeceram a ABNT NBR 6136/2016 sendo descartados do processo.

#### 4. Considerações Finais

Esta pesquisa teve como objetivo analisar as possibilidades de reaproveitamento de garrafas PETs na construção de blocos sustentáveis, utilizando os materiais doados e equipamentos disponibilizados pela instituição UNG. Os blocos sustentáveis construídos a partir de garrafas PET apresentam grandes vantagens na execução de projetos construtivos inclusive em pavimentação de calçadas, por ser um bloco ecológico, que utiliza na sua composição materiais recicláveis, trazendo desta forma benefícios não só a construção civil, mas também ao meio ambiente.

O processo de dosagem dos materiais utilizado nas amostras apresentadas, torna um traço impreciso e sujeitos a variações que compromete a resistência a compressão e principalmente ao aspecto visual. Por se tratar de manuseio em alta temperatura, o que não nos impede de aprofundar um estudo de metodologia mais prática, segura e viabilidade futura.

O resultado dos corpos de prova, apresentaram resultados positivos na análise experimental, ainda que seja necessário a melhoria nos processos metodológicos afim de obter menos comportamento negativo entre os resultados. Além de destacar que existe a necessidade de se estudar mais sobre a junção desses materiais, criando a possibilidade de pensar em alternativas sustentáveis para todos os âmbitos da vida, ideias em desenvolver outras formas de realizar ações semelhantes, mas voltado a sustentabilidade, pensando em uma maneira de conservar o ambiente que atualmente já é muito explorado. Desta forma, testar produtos para criar blocos sustentáveis para construções sustentáveis, retirando do meio ambiente lixos plástico que são produzidos e descartados nos oceanos, rios, centros urbanos e afins, deve se tornar uma prática sustentável necessária e essencial como melhor forma de manter limpo o ambiente em que se vive.

Contudo, conclui-se, que como seres humanos todos devem sempre buscar e usar novas alternativas de materiais visando alcançar nossos principais objetivos e conseqüentemente atingir positivamente o planeta com práticas sustentáveis. Sendo assim, é aconselhável a continua pesquisa no uso de PET para se tentar melhorar cada vez mais a resistência no uso do bloco sustentável.

#### Referências

- Akcelrud, L. (2007). *Fundamentos da Ciência dos Polímeros*. Manole.
- Aragon. A. T. & Ghiraldello. L. (2014). Produtos à base de polietileno (PET) na construção civil: Um estudo diagnóstico no município de Poços de Caldas. *Gestão e Conhecimento*. *Revista Gestão e Conhecimento*, n. 3. [https://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/v2014/Artigo03\\_2014.pdf](https://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/v2014/Artigo03_2014.pdf).
- Associação Brasileira De Normas Tecnicas. (2016). ABNT NBR 6136: *Blocos vazados de concreto simples para alvenaria* - Requisitos.
- Associação Brasileira De Normas Tecnicas. (2016). ABNT NBR 13276: *Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência* - Requisitos. Rio de Janeiro.
- Bellis, M. (2020). The History of Polyester. *Polyester – PET*. <https://www.thoughtco.com/history-of-polyester-4072579>.
- Brasil. Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Ministério do Meio Ambiente. *Política Nacional de Resíduos Sólidos*. Diário Oficial da União, Brasília, DF.
- Dias, S.L.F.G. & Teodósio, A.S.S. (2011). Perspectivas de análise do ambientalismo empresarial para além de demonizações e santificações. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 5 (2), 03-17. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v5i2.374>
- Ferreira, E.M., Penido, H.S., Silva, S.H., Alves, E. & Gomes, C.A. (2007). Estudo de garrafas PET incorporadas aos blocos de concreto – aplicação alternativa na construção. *Anais do XI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação*. Universidade do Vale do Paraíba. [https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2007/trabalhos/engenharias/inic/INICG00236\\_01C.pdf](https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2007/trabalhos/engenharias/inic/INICG00236_01C.pdf).
- Lino, H. F.C. (2011). *A Indústria de Reciclagem e a Questão Ambiental*. [Tese de Doutorado - Programa de Pós Graduação em História, Universidade de São Paulo]. São Paulo. <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8137/tde-27102011-085538/pt-br.php>.
- Medeiros, J. S. & Sabbatini, F. H. (1993). Alvenaria Estrutural não Armada de Blocos de Concreto: Produção de Componentes e Parâmetros de Projeto. *Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP*. 20p. INSS: 0103-9830. [https://www.academia.edu/595777/Alvenaria\\_estrutural\\_n%C3%A3o\\_armada\\_de\\_](https://www.academia.edu/595777/Alvenaria_estrutural_n%C3%A3o_armada_de_)

blocos\_de\_concreto\_produ%C3%A7%C3%A3o\_de\_componentes\_e\_par%C3%A2metros\_de\_projeto

Mendes, I.B.A., Souza, R.M.L. & Melo.S.T. (2022). Análise das propriedades tecnológicas dos tijolos ecológicos produzidos na região do Poty Velho-Teresina-PI. *Research, Society and Development*, v. 11, n.10. 16p. <https://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i10.32242>.

Pinto, T.P. (1995). De volta à questão do desperdício. *Construção*. São Paulo: Pini, n. 2491, p. 18-19.

Pires, G. W. M. O. (2015). *Avaliação de blocos intertravados manufaturados com concreto dosado com resíduos de PET como alternativa sustentável na construção civil*. [Dissertação de Mestrado – Universidade Nove de Julho – UNINOVE]. <http://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/1164>

Ribeiro, J. S. (2005). *Avaliação do desempenho de blocos de concreto para alvenaria com e sem função estrutural produzidos com resíduos de concreto compactado com rolo*. [Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás]. <https://docplayer.com.br/75426550-Avaliacao-do-desempenho-de-blocos-de-concreto-para-alvenaria-com-e-sem-funcao-estrutural-produzidos-com-residuos-de-concreto-compactado-com-rolo.html>.

Rocha, E. R; *et al.* (2017). *A viabilidade econômica sustentável do bloco concreto com garrafa pet*. [MBA em Gestão de Obras e Projetos – Universidade do Sul de Santa Catarina]. <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/8798/1/A%20Viabilidade%20economica%20sustentavel%20do%20bloco%20de%20concreto%20com%20garrafa%20PET.pdf>

Safinia, S. & Alkalbani, A. (2016). Use of Recycled Plastic Water Bottles in Concrete Blocks. *Procedia Engineering*, (164), 214-221. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.612>.

Salvador Filho, J. A. A. (2007). *Blocos de concreto para alvenaria em construções industrializadas*. [Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos]. [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-29012009-104204/publico/2007DO\\_JoseAmerico.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-29012009-104204/publico/2007DO_JoseAmerico.pdf).

Santana, J.E.S.; Carvalho, A.C.X. & Farias, R.A.P.G. (2013). Tijolo ecológico versus tijolo comum: Benefícios ambientais e economia da energia durante o processo de queima. *Anais do IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*. Salvador/BA. <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/II-005.pdf>

Slater, D. (2002). *Cultura do consumo e modernidade*. São Paulo: Nobel.

Silva, K. R.I. (2009). *Biodegradação de Polietileno Tereftalato (PET) por fungos ligninolíticos*. [Dissertação de Mestrado - Ciência de Alimentos - Faculdade de Engenharia de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas]. <https://bv.fapesp.br/pt/bolsas/104038/biodegradacao-de-poli-etileno-tereftalato-pet-por-fungos-ligninoliticos/>.

Silva, P.F.; *et al.* (2021). Estudo da viabilidade de utilização de garrafa PET triturada na produção de tijolos ecológicos. *Research, Society and Development*, 10(14). 15p. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i14.22273>.

Spinacé, M.A.S. & De Paoli, M.A. (2005). A tecnologia da reciclagem de polímeros. *Química Nova*, 28 (1), 65-72. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000100014>.

Wiebeck, H. & Harada, J. (2005). *Plásticos de engenharia*. Artliber Ed.