

Reciclagem de garrafas pet para produção de tijolos ecológicos na construção civil como uma proposta sustentável

Andreza Rocha Da Silva¹; Cristian Pimentel De Souza¹; Cassia Maria Soares De Paulo Da Silva²; Gisele Dornelles Pires²; Carlos Eduardo Moreira Guarido²; Ronaldo Paulucci De Assis²

¹ Aluno do Programa de Iniciação Científica Graduação Engenharia Civil- Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu –RJ

² Professor Engenharia Civil -Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu -UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu – RJ

³cassiadepaulo@hotmail.com, ³carlosguarido@globo.com, ⁴eng.gisele.pires@gmail.com,
⁶ronalassis@gmail.com

Resumo - O polímero de PET (Politereftalato de Etileno) é um poliéster, um dos plásticos mais reciclados em todo o mundo, devido a sua extensa gama de aplicações. A reutilização deste material, reduz significativamente o impacto ambiental causado no seu despejo, tais como a redução considerável do volume de lixo nos aterros, facilitando a degradação dos produtos orgânicos; a geração alternativa de renda e emprego; a economia de energia na produção e da quantidade do produto; e a redução do preço de venda, favorecendo o mercado consumidor. As garrafas PET faz parte do cotidiano dos consumidores, resultando num aumento da quantidade e diversidade dos resíduos urbanos. Um dos aspectos ambientais mais destacados nos últimos tempos é a questão da reciclagem e a busca de novas tecnologias para se implantar no mercado da construção civil. Entre as vantagens da reciclagem de garrafas PET para a produção de tijolos ecológicos na construção civil, estão a agilidade de possibilidade de construção mais leves e isolamento térmico – cinco vezes maior que o convencional. Esse projeto é uma alternativa de reutilização de garrafas de politereftalato de etileno (PET), testando o uso de grânulos de garrafa PET na fabricação de blocos de concreto prensado, consideradas as características geométricas, os índices físicos e características mecânicas, tais como, condutividade térmica e resistência à tração e compressão. Possibilitando a produção de edificações residenciais de baixo custo, além de ter uma importância socioambiental, visando melhorar a qualidade de vida de milhares de brasileiros.

Palavras-Chave: Garrafas PET, Tijolos alternativos, Construção Civil

Abstract - PET (Polyethylene Terephthalate) polymer is a polyester, one of the most recycled plastics in the world, due to its wide range of applications. The reuse of this material significantly reduces the environmental impact caused by its dumping, such as the considerable reduction in the volume of waste in landfills, facilitating the degradation of organic products; the alternative generation of income and employment; energy savings in production and product quantity; and the reduction in the sale price, favoring the consumer market. PET bottles are part of consumers' daily lives, resulting in an increase in the quantity and diversity of urban waste. One of the most prominent environmental aspects in recent times is the issue of recycling and the search for new technologies to be implanted in the civil construction market. Among the advantages of recycling PET bottles to produce ecological bricks in civil construction, are the agility in the possibility of lighter construction and thermal insulation - five times greater than conventional. This project is an alternative for reusing polyethylene terephthalate (PET) bottles, testing the use of PET bottle granules in the manufacture of pressed concrete blocks, considering the geometric characteristics, the physical indexes, and mechanical characteristics, such as thermal conductivity and tensile and compressive strength. enabling the production of low-cost residential buildings, in addition to being of socio-environmental importance, aiming to improve the quality of life of thousands of Brazilians.

Keywords: PET bottles, alternative bricks, civil construction

1 Introdução

PET é a sigla utilizada para Polietileno Tereftalato. Um polímero termoplástico desenvolvido por dois químicos britânicos, John Rex Whinfield e James Tennant Dickson, em 1941. Ele é utilizado, principalmente, na forma de fibras para a indústria têxtil e de embalagens para bebidas. Dentro da categoria dos poliésteres, o PET (Polietileno Tereftalato) tem origem na polimerização por condensação entre o etilenoglicol (1,2-etanodiol) e o ácido tereftálico (ácido p-benzenodioico); (Richard J, 2002). Patenteado no mesmo ano de 1941 por trabalhadores da Calico Printers' Association, na cidade de Manchester, na Inglaterra, foi utilizado pela primeira vez para fins de tecelagem na empresa americana DuPont, no início da década de 1950. Foi apenas no início da década de 1970 que o composto químico começou a ser utilizado na fabricação de embalagens, após cuidadosa revisão dos aspectos de segurança e meio ambiente. Mais tarde, na década de 1990, o governo dos Estados Unidos autorizou o uso deste material reciclado para a produção de embalagens para alimentos. (AEDB,2021)

O ácido tereftálico ou ácido 1,4-benzoldicarboxílico é o composto orgânico com a fórmula $C_6H_4(COOH)_2$ (ou $C_8H_6O_4$). É formalmente conhecido segundo a IUPAC- International Union of Pure and Applied Chemistry, como *para*-dicarboxil benzeno. É um dos três ácidos ftálicos isoméricos. Ele é comercialmente conhecido por seu acrônimo em inglês, PTA (*purified terephthalic acid*). Este sólido incolor tem seu principal uso como precursor na formação do polímero poliéster PET, em combinação com o etilenoglicol, utilizado na produção de vestuário e garrafas plásticas. Vários milhões de toneladas são produzidas anualmente. (AEDB,2021).

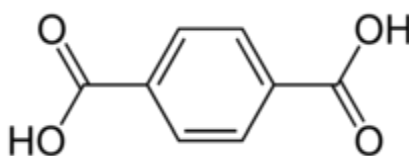


Figura 1 – Ácido tereftálico ou ácido 1,4-benzoldicarboxílico

O pet é um tipo de poliéster amplamente utilizado para a fabricação de engarrafados porque, na década de 1970, surgiu a necessidade da produção de garrafas maiores, de peso leve e inquebráveis para armazenar bebidas gaseificadas. As características do PET estão relacionadas com sua transparência e resistência ao desgaste e à corrosão. Possui acabamento de alta resistência e suave, o que explica sua ampla utilização em garrafas de água mineral, refrigerantes, sucos, óleos comestíveis, produtos farmacêuticos etc. O material possui ainda baixa absorção de água e boa resistência às forças de tração –

sua resistência é similar à do filme de alumínio. O poliéster é geralmente transparente e sua resistência à tração pode atingir de 1/3 à metade da do aço, se for processado por desenho orientado (AEDB,2021)

Com o uso em grande escala das garrafas PET, principalmente a partir da década de 1990, um problema ambiental sério surgiu: muitas destas garrafas eram descartadas de forma incorreta e acabavam parando em terrenos, rios, esgotos, mares e matas. Só que este material pode demorar até 800 anos para se decompuser (daí a importância de sua coleta e reciclagem). Alguma pessoa para se livrarem do volume das garrafas, podem pensar em queimar o material. Quando o PET é queimado, apresenta uma chama de cor amarelada que pode explodir durante a queima. Mas, além de ser muito inflamável, o material libera toxinas e gases como monóxido e dióxido de carbono, acetaldeído, benzoato de vinila e ácido benzoico na atmosfera, contribuindo para a poluição do ar e, conseqüentemente, com o efeito estufa. (AEDB,2021)

Além disso, o plástico em geral – incluindo o PET – é o poluente mais comumente encontrado nos oceanos. Em alguns sistemas de correntes marinhas rotativas, a quantidade de plástico encontrada é tão grande que os pesquisadores dizem que ele já se tornou parte do oceano. Além de tudo isso, ela preserva recursos naturais utilizados para criar o plástico – principalmente o petróleo. (AEDB,2021)

De acordo com a Abipet- Associação Brasileira da Indústria do PET , a indústria recicladora do PET no Brasil é economicamente viável, sustentável e funcional. Seu crescimento anual constante – em média superior a 11% desde 2000 – permite planejar novos investimentos, que são incrementados e incentivados pela criação de novos usos para o PET reciclado (AEDB 2021).

A reutilização do polímero de PET (Politereftalato de Etileno) um dos plásticos mais reciclados em todo o mundo, devido a sua extensa gama de aplicações, tais como: fibras têxteis, tapetes, carpetes, não-tecidos, embalagens, filmes, fitas, cordas, compostos etc., reduz significativamente o impacto ambiental causado no seu despejo devido sua degradação ser muito difícil levando décadas ou mesmo séculos (Gorni 2004).

Segundo Ashby (2003), polímeros são materiais com média ou baixa reciclabilidade, basicamente, porque o custo de sua recuperação geralmente é superior ao da obtenção da matéria-prima virgem. O PET proporciona alta resistência mecânica (impacto) e química, além de ter excelente barreira para gases e odores. (Abepro 2007). Segundo Aragon e Ghiraldello (2014), na segunda metade do século XX e início deste século, na construção civil alguns dos materiais convencionais utilizados foram progressivamente sendo substituídos por materiais poliméricos que são os plásticos e borrachas.

Realmente, desde as instalações hidráulicas e elétricas até ao acabamento de uma obra como em revestimentos de pavimentos e caixilharias, o plástico tem se revelado como elemento fundamental para o setor de construção civil. Às vezes nem sempre aparente, como no caso das tubulações, que se escondem atrás das paredes e em certos casos disfarçados como em pisos ou telhas que imitam peças de cerâmica, o plástico vem aumentando a cada ano a sua importância e peso. Segundo Santana, Carvalho e Faria (2013), os tijolos ecológicos constituem uma alternativa para a sustentabilidade e conservação do meio ambiente,

pois desenvolve práticas que colaboram com o meio ambiente como a não queima de biomassa e o reaproveitamento de entulhos.

A reciclagem da garrafa PET abrange os três pilares do desenvolvimento sustentável: benefícios sociais, benefícios econômicos e benefícios ambientais.

2 Metodologia

Este trabalho apresenta o estudo de viabilidade desenvolvido com o intuito de testar o uso de grânulos de garrafa PET para a fabricação de blocos de concreto. Foram consideradas as características geométricas, os índices físicos e características mecânicas, tais como, condutividade térmica e resistência à tração e compressão para análise em trabalhos futuros.

2.1 coletas de material base

Para desenvolvimento do projeto, foram coletadas as embalagens PET em residências, nas ruas e cooperativas da cidade. (Figura 1)



Figura 2 – Pets coletados

2.2 Preparado do material

As embalagens, após a coleta, foram lavadas em água corrente e secas por 12 horas ao ar livre. A partir da matéria-prima totalmente seca, procedeu-se com o corte das garrafas de PET (Figura 3 e 4).



Figura 3 – Pets picotados



Figura 4 – Forma de corte da garrafa Pet

2.3 Preparação de massa base para agregação do material

Para a confecção do tijolo, foi utilizado o cimento do tipo Portland - CP II -32, pó de pedra britada e água na dosagem (1; 5; 1). A confecção dos blocos testes, ou blocos pilotos, teve como objetivo avaliar as possíveis falhas e dificuldades para execução do experimento. Para moldagens dos blocos utilizamos formas de madeira para fabricação dos blocos. A compactação da mistura foi realizada manualmente tentando minimizar efeitos de variação da energia de compactação utilizada. Foram confeccionados 03 blocos para os testes com cura de 7, 14 e 21 dias. Os blocos foram fabricados com os agregados nas seguintes proporções:

Agregado “A” - 60% de areia + 40% de PET

Agregado “B” – 50% de areia + 50% de PET

Agregado “C” – 40% de areia + 60% de PET

A mistura entre o agregado e cimento deve ser seca e deve estar homogênea, além de possuir uma só coloração. Em seguida, foi adicionado água aos poucos até ficar com a umidade ideal de moldagem. Quanto mais homogênea e uniforme estiver a mistura, maior será o ganho na resistência, criando assim uma relação logarítmica entre a uniformidade da mistura e a resistência mecânica (Figura 4).



Figura 4 – Mistura Homogênea do Agregado “A” - 60% de areia + 40% de PET

2.4 modelagem do tijolos

Cumpridas as etapas anteriores, a mistura foi levada para a modelagem dos tijolos, nas formas de madeira como demonstrado nas Figuras 5 e 6.

Nessa etapa, não se deve ultrapassar o tempo máximo de uma hora, pois o tempo de “pega” do cimento é prejudicado. A etapa final seria a realização dos testes de resistências, consideradas as características geométricas, os índices físicos e características mecânicas, tais como, condutividade térmica e resistência à tração e compressão.



Figura 6- Disposição na forma de madeira do Agregado “B” -50% de areia + 50% de PET



Figura 7- Mistura do Agregado “C” – 40% de areia + 60% de PET inserida na forma de madeira

Após a retirada das misturas das formas obteve-se os seguintes modelos de tijolos representados nas figuras 7, 8 e 9.



Figura 8- Mistura do Agregado (esquerda), Mistura do Agregado (centro) e Mistura do Agregado C (direita).

3 Resultados

Comprovar que a adição do PET na composição de um bloco de concreto traz benefícios à construção civil e ao meio ambiente e apresenta uma viabilidade técnica e comercial, com resultados aceitáveis de resistência tem o potencial de trazer um grande avanço não só na construção civil, como também na destinação correta das garrafas pets e uma significativa contribuição para a sociedade, na medida em que irá auxiliar no incremento dos índices de reciclagem desse material, bem como possibilitará a produção de edificações residenciais de baixo custo.

As vantagens do tijolo plástico em relação ao tijolo comum foram analisadas primeiramente durante a compactação da mistura realizada manualmente pela aluna bolsista e o aluno voluntário. Verificou-se a facilidade em picotar, mesmo com tesoura, as garrafas pets. Os 3 blocos foram confeccionados com misturas de agregados A, B e C em diferentes proporções mostradas em forma de madeira no tamanho de 16 cm x 12 cm para os testes com cura de 7, 14 e 21 dias. Observaram-se os diferentes aspectos dos tijolos de acordo com o percentual de agregados nas misturas. Devido a Covid 19, a etapa seguinte dos testes de carga de resistência final foi comprometida, por causa das regras sanitárias de acesso a Universidade devido ao Covid 19. Mas pretende-se utilizar esses dados observados nos testes e protótipos de aplicações como desdobramento de trabalhos futuros.

4 Conclusão

Incentivar a pesquisa e a prática da investigação científica e a relação teoria-prática pelas vantagens da reciclagem com o intuito de testar o uso de grânulos de garrafa PET para a fabricação de blocos de concreto prensado foi um dos objetivos propostos nessa pesquisa. De acordo com os modelos obtidos, concluiu-se que a utilização de garrafas PET, para a produção de tijolos plásticos, é extremamente viável e ecologicamente correto. Um dos temas ambientais mais destacados na agenda de discussão sobre o meio ambiente refere-se aos resíduos sólidos, sobretudo nos grandes centros urbanos. Diferentes estudos e publicações científicas tem enfocado variados fenômenos relacionados a geração, coleta, disposição e reciclagem do lixo urbano (Berthier 2003, Pieters 1991). Segundo Zanin e Mancini (2005), listam 28 universidades e centros de pesquisa brasileiros, com forte concentração na região Sudeste, que desenvolvem investigações relacionadas a reciclagem e reutilização de resíduos, sobretudo com o foco no desenvolvimento tecnológico. Outra parcela relevante das pesquisas desenvolvidas no ambiente acadêmico analisa políticas públicas de tratamento dos resíduos e dos atores envolvidos no equacionamento do problema (Amadeu *et al.* 2005, Grimber e Blauth 1998). Em grandes quantidades, esse tipo de tijolo de pet será mais fácil e rápido de se confeccionar que o tijolo comum e ainda apresentará maior resistência às ações do tempo, pois, sabe-se que o PET é um material de difícil decomposição.

5 Agradecimentos

A Coordenação de Pesquisa da Universidade Iguazu pela oportunidade desta pesquisa, através do Programa de Iniciação Científica, ao incentivo da Coordenação de engenharia Civil, ao Grupo Engenharia e sociedade UNIG/CNPQ e a Auxiliar de laboratório da FACET- Bloco M - Patrícia Peixoto Tavares da Silva por todo apoio durante a restrição de acesso ao laboratório devido ao isolamento social.

6 Referências Bibliográficas

AEBD (2021) Pensamento Verde; Ministério do Meio Ambiente; Sua Pesquisa; Reciclagem no Meio Ambiente; The Guardian e E-Cycle . <<https://www.reciclasampa.com.br/artigo/tudo-que-nunca-te-contaram-sobre-reciclagem-de-garrafa-pet>>. Acessado em 11 de janeiro de 2021.

ABEPRO (2019) A embalagem PET e a reciclagem. Disponível em:http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENESEP2007_TR680488_9965.pdf> Acesso em 12 abr. 2019.

Amadeu FB, Saran GM, Lorenzo HC, Castro MC, Fonseca AS (2005) Políticas públicas e resíduos na “Região Araraquara - São Carlos”. ENCONTRO NACIONAL DE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE. In: Anais do EBAPE/FGV; EAESP/FGV; FEA/ USP, 2005

Aragon AT, Ghiraldello L (2014) Produtos a base de polietileno (PET) na construção civil: um estudo diagnóstico no município de Poços de Caldas. Poços de Caldas/MG: Gestão e Conhecimento, edição 2014.

Ashby M (2019) Material Selection Charts. Disponível em http://wwwmaterials.eng.cam.ac.uk/mpsite/interactive_charts. Acesso em 19 abr. 2019.

Berthier HC (2003) Garbage, workandsociety. Resources, ConservationandRecycling.39: 193-210

Gorni AA (2004) Aproveitamento de plástico pós-consumo na forma de combustível para alto-fornos e coqueiros. PlastShow 2004, Aranda Eventos, Sao Paulo SP, 27 a 29 de Abril de 2004.

Richard J S (2002) Terephthalic Acid, Dimethyl Terephthalate, and Isophthalic Acid in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley-VCH, Weinheim

Santana JES, Carvalho ACX, Faria APG (2013) Tijolo Ecológico versus Tijolo Comum: benefícios ambientais e economia de energia durante o processo de queima. Salvador/BA: Anais do IV. Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental

Zanin M, Mancin SD (2004) Resíduos Plásticos e reciclagem: aspectos gerais e tecnologia. São Carlos: Eduscar