

ESTUDO DA APLICABILIDADE DE FIBRAS PROVENIENTES DO PROCESSAMENTO DE GARRAFA PET EM TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO

Mariana Pires Corrêa da Sila¹, Gabrielle Simão e Silva Portes¹, Clara Benvinda Barreira Soares¹, Elisa Araújo Hein Rodrigues¹, Ana Carolina Ferreira da Silva¹, Chrystian Gomes Lenza¹, Paulo dos Santos Batista².

¹Graduandos em Engenharia Civil – IFTO – Campus Palmas. E-mail: <pires.mari98@gmail.com>, <gabrielesimao@hotmail.com>, <clarinhapink10@hotmail.com>, <lishein42@gmail.com>, <kaferreir412@gmail.com>, <chrystian_lenza@hotmail.com>

² Prof. Dr. Junto a Coordenação de Ciências Matemáticas e Naturais, IFTO-Campus Palmas. E-mail: <pbatista@ifto.edu.br>

Resumo: Neste trabalho foi avaliado o comportamento mecânico de blocos de solo-cimento incorporados por diferentes adições de fibras de polietileno tereftalato (PET), provenientes de embalagens de refrigerantes. Trata-se de uma pesquisa experimental quantitativa, que objetiva oferecer possível utilização desse resíduo, contribuindo para o desenvolvimento de novos materiais para a construção civil (CC) com características mais sustentáveis. A escolha pelo desenvolvimento de tijolos de solo-cimento relaciona-se às suas características consideradas ecologicamente amigáveis, pois não exigem queima durante sua produção, dispensam a utilização de acabamento, possuem vantagens térmicas acentuadas, além de um sistema de furos e encaixes com saliências, que permitem maior agilidade na CC. Assim, ampliar as características sustentáveis desses blocos pode proporcionar uma diminuição do impacto ambiental presente nessa cadeia, além de diminuir a extração de matéria prima *in natura*. A pesquisa encontrou dificuldades na obtenção de equipamentos para triturar o PET em pó, assim optou-se pela utilização do resíduo como fibra. O estudo realizou testes de compressão mecânica e absorção de água em diferentes traços, obtidos a partir da adição de teores de PET. As análises apontam para uma ação sinérgica, na qual a adição de certos teores do polietileno contribui para o aumento da resistência dos blocos. Contudo, dentro de certo limite de adição, já que as fibras de PET em altos teores impedem a moldagem das peças por falta de coesão na mistura. As garrafas utilizadas no estudo foram recolhidas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia- Campus Palmas, no qual também foi executada a pesquisa.

Palavras-chave: blocos, pet, solo-cimento, sustentabilidade

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Bellen (2002), a sustentabilidade é vista como um padrão fundamental que implica a cada geração, certo nível de manutenção do desenvolvimento humano. Desta forma, é possível modificar de tempos em tempos a maneira adotada pelos seres humanos para desenvolver os padrões evolutivos requisitados na era em questão.

Com o avanço da construção civil para atender as demandas de mercado, tem-se observado como reflexo dessa expansão, que cada vez mais, e conseqüentemente em maior quantidade estão crescendo a extração de recursos naturais para esse fim. Esses recursos são finitos e estão sendo regidos por um sistema linear de extração, que leva-nos a refletir sobre a escassez de materiais e energia em um futuro próximo. Assim, faz-se relevante a compatibilização do crescimento urbano, apoiado nos métodos atuais de concepção da construção civil à sustentabilidade, o que, segundo

Pisani (2005), não eliminará completamente os impactos, mas diminuirá positivamente e consideravelmente as intervenções ao meio. A vista disso, o desenvolvimento de técnicas capazes de aprimorar o campo da construção civil, visando, mormente, o cuidado com o meio, devem ser constantes e regularmente atualizados.

Já existem no âmbito da construção civil estruturas de alvenaria conhecidas como blocos ecológicos ou ainda, blocos de solo-cimento, feitos de argila, areia e cimento, que por sua vez assumem um papel sustentável, visto que são mais pertinentes ao ambiente que os demais, pois não passam por processo de queima. Dessa forma se apresentam como uma alternativa eficaz, já que os tijolos (de vedação e estruturais) são uma parte fundamental na engenharia.

Existem também no ramo da construção civil muitos materiais produzidos a partir de resíduos de PET. Aragon e Ghiraldello (2014) apontam alguns destes, como: carpetes, forros, telhas, revestimentos, tubos entre outros. Apesar de poderem ser utilizados de diversas formas, o preconceito quanto a materiais recicláveis ainda é muito intenso e gera na população a ideia de que este possui menor qualidade, sendo uma ideia equivocada já que os resíduos de PET podem agregar vantagens aos materiais, como no caso deste estudo. Associar a construção civil – que possui um ritmo extremamente crescente em sua indústria – ao aproveitamento destes resíduos não degradáveis, gera um salto considerável na relação da construção civil à sustentabilidade.

Segundo Aragon e Ghiraldello (2014), os polímeros de polietileno possuem características nas suas propriedades bastante positivas, como processamentos com menor custo de energia e grande durabilidade; podem ser rígidos ou flexíveis, leves, indeformáveis e de fácil trabalhabilidade, características essas que inseridas na construção civil, podem proporcionar bons resultados.

Alinhado com esses propósitos, este trabalho busca agregar a blocos de solo-cimento fibras de poli(tereftalato de etileno) – PET –, almejando uma viável diminuição destes resíduos, bem como avaliar o possível aumento de resistência das peças para então, incorporá-las ao ramo construtivo.

Sendo a construção civil um dos ramos que mais utiliza os recursos naturais, surge a necessidade de incorporar novos materiais e técnicas construtivas que minimizem os impactos ambientais. Nesse cenário, surge o tijolo de solo-cimento constituído por solo, cimento e água em sua composição. Este apresenta boa resistência à compressão. Sua matéria prima é abundante, sendo também chamado de tijolo ecológico, pois não exige o processo de queima de madeira e combustível, reduzindo assim o corte de árvores e conseqüentemente a emissão de monóxido de carbono (MOTTA, 2014).

Os tijolos de solo-cimento podem ser confeccionados para serem revestidos ou utilizados a vista, podem também ter função de vedação ou uso estrutural, o fator que determina são as dosagens e o maior cuidado na execução. No caso do estudo realizado, foi feita uma análise se as fibras de garrafa PET influenciariam de alguma forma na resistência a compressão do tijolo, constatando se este poderá ter um uso estrutural ou de vedação.

O poli(Etileno Tereftalato), conhecido pela sigla em inglês PET, é classificado quimicamente como um polímero poliéster termoplástico, e é o melhor e mais resistente plástico para a fabricação de garrafas e embalagens para refrigerantes, entre outras aplicações.

O polietileno é dividido em quatro tipos. São eles: polietileno de baixa densidade (PEBD), de baixa densidade linear (PEBDL), média densidade (PEMD) e alta densidade (PEAD). O PET entra na classificação de baixa densidade (PERBD) e suas características são: (i) alta resistência ao impacto; (ii) excelente barreira a gases e odores; (iii) flexibilidade; (iv) transparência; (v) possui maior viscosidade e maior brilho; (vi) boa resistência à tração e ao rasgo (COUTINHO,MELO,MARIA,2003). Por consequência dessas características, o mercado apresenta uma ampla utilização para o PET.

As garrafas de poli-tereftalato de etileno (PET) são utilizadas basicamente para o armazenamento de bebidas carbonatadas, porém após o consumo das bebidas, seu descarte se torna um problema. Por ser um material de longo processo de decomposição que ocupa um grande volume, seu descarte em aterro se torna inviável.

Pensando nisso, e nos impactos que esse material pode causar no meio ambiente, sua reciclagem tem sido impulsionada. Segundo Galli (2013),essa reciclagem pode ser por três diferentes modos - química,energética e mecânica - estando na reciclagem mecânica as tentativas de utilização na construção civil,já que o PET possui boa resistência à tração, além de criar alternativas de construção com custo mais baixo.

Com o passar dos anos, e o crescente aumento da necessidade compatibilizar a sustentabilidade com vários âmbitos do cotidiano humano, surgiram diferentes maneiras de definir os termos e aplicações de métodos sustentáveis na sociedade. Assim, segundo Mikhailova(2004), a forma mais ampla de delinear sustentabilidade é como a maneira de sustentar-se, manter-se. Para ela, uma atividade sustentável é aquela que é feita conscientemente, de modo que, mesmo explorando recursos naturais, a matriz destes não se esgotará nunca. Desta forma, uma sociedade sustentável não coloca em risco os elementos naturais.

Existem no mercado vários métodos sendo implementados que demonstram a inserção de medidas sustentáveis no desenvolvimento urbano, entre eles estão: projetos de reutilização de água

da chuva, telhado verde, energia renovável, gestão de resíduos, tijolos ecológicos entre outros. A pesquisa em questão visa o melhoramento do desempenho dos chamados tijolos ecológicos. Propõem-se a incorporação de resíduos de garrafa PET em blocos de solo-cimento com o objetivo geral de promover o melhoramento do comportamento mecânico da peça por meio de um procedimento sustentável. A pesquisa busca uma alternativa de utilização do resíduo do polímero e aumentar a resistência dos tijolos de solo-cimento já considerados amigáveis às práticas sustentáveis. O experimento visa auxiliar na redução dos impactos causados pela construção civil produzindo um tijolo de solo-cimento ainda mais sustentável que o original (com a adição de fibras de PET).

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa possui caráter quantitativo, pois demonstra os resultados de seu estudo através de testes e números. O projeto executou os procedimentos experimentais nos laboratórios do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Palmas. Os materiais utilizados (cimento, areia e argila) foram fornecidos pelo instituto, assim como as garrafas PET usadas para a incorporação nos tijolos recolhidas no refeitório da instituição. Para a pesquisa foram estabelecidos quatro traços para a produção dos blocos, um com 0,25 % de adição de PET, outro com 0,50% de incorporação e outro com 1,00% de adição em relação à massa total do tijolo. O último traço com 0,00% de adição de PET foi utilizado para comparar o comportamento do bloco com o desempenho dos tijolos que receberam os agregados.

Durante a execução dos traços, foram necessários equipamentos para misturar os materiais e produzir os blocos. Na fase de mistura, utilizou-se betoneira, baldes plásticos e balança de precisão. Para execução dos blocos foi utilizada uma prensa hidráulica (eco premium 5700).

O estudo avaliou o índice de absorção de água dos blocos e a resistência dos mesmos a esforços de compressão. Os dados dos testes realizados nos equipamentos pertencentes aos laboratórios do instituto foram tabelados a fim de facilitar a observação do desempenho dos tijolos. O projeto buscou, por meio dos dados, compreender se a adição de resíduos de PET promoveria melhorias no comportamento dos blocos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O projeto executou os tijolos conforme os traços elaborados no planejamento da pesquisa, no entanto, durante o processo, notou-se que os blocos com adição de 1,00% não permitiam ser

moldados pela máquina, fornecendo assim apenas três proporções para a avaliação: 0,00%; 0,25% e 0,50%.

Para composição do bloco de solo-cimento, foi utilizado um traço de 60% de solo para 40% de cimento, sendo este, Portland CP-V ARI. A composição do solo originou-se de 30% de argila para 70% de areia lavada. Assim, após a preparação do componente solo, agregou-se a ele a porcentagem necessária de cimento que então receberia suas devidas frações de PET – 0,25%; 0,50% e 1,00%. Para finalização do traço necessário, é adicionado no momento da sua execução, aproximadamente 0,6% de água. Quando prensadas, as amostras foram armazenadas em local protegido da ação direta dos raios solares por um período mínimo de 28 (vinte e oito) dias. Já organizados no local adequado, os traços foram abundantemente molhados 24 (vinte e quatro) horas após o seu armazenamento. Esse processo, juntamente com os 28 (vinte e oito) dias em que os blocos permaneceram em desuso é conhecido como período de cura úmida. Trata-se de métodos utilizados para garantir o menor fluxo de evaporação do componente água do bloco solo-cimento e conseqüentemente, alcançar uma completa hidratação da peça. Nesta pesquisa, os traços de 0,00% e 0,50% tiveram período de cura de 60 (sessenta) dias, enquanto o traço de 0,25% curou por 30 (trinta) dias.

Após a cura completa, foi iniciada a técnica de capeamento que diz respeito ao nivelamento do bloco que busca distribuir uniformemente as cargas de tensões por toda a superfície, garantindo assim, um melhor resultado quanto ao teste de compressão. Nesse processo, os tijolos de solo-cimento foram capeados nas duas faces de maior superfície de contato. O capeamento de cada uma das faces é feito individualmente, sendo necessário um período mínimo de 24 (vinte e quatro) horas entre um procedimento e outro.

Após estas etapas, foi realizado o primeiro teste do estudo sobre o teor de absorção de água dos blocos. Cada peça foi pesada em balança específica e logo depois submersa em um tanque de água pertencente ao Laboratório de Solos do Instituto Federal. Após um período de 24 (vinte e quatro) horas, os tijolos foram retirados e pesados novamente para avaliar o quanto a massa aumentou. Esta variação na massa do bloco é o indicador do teor de absorção de água, indicado na figura 1.

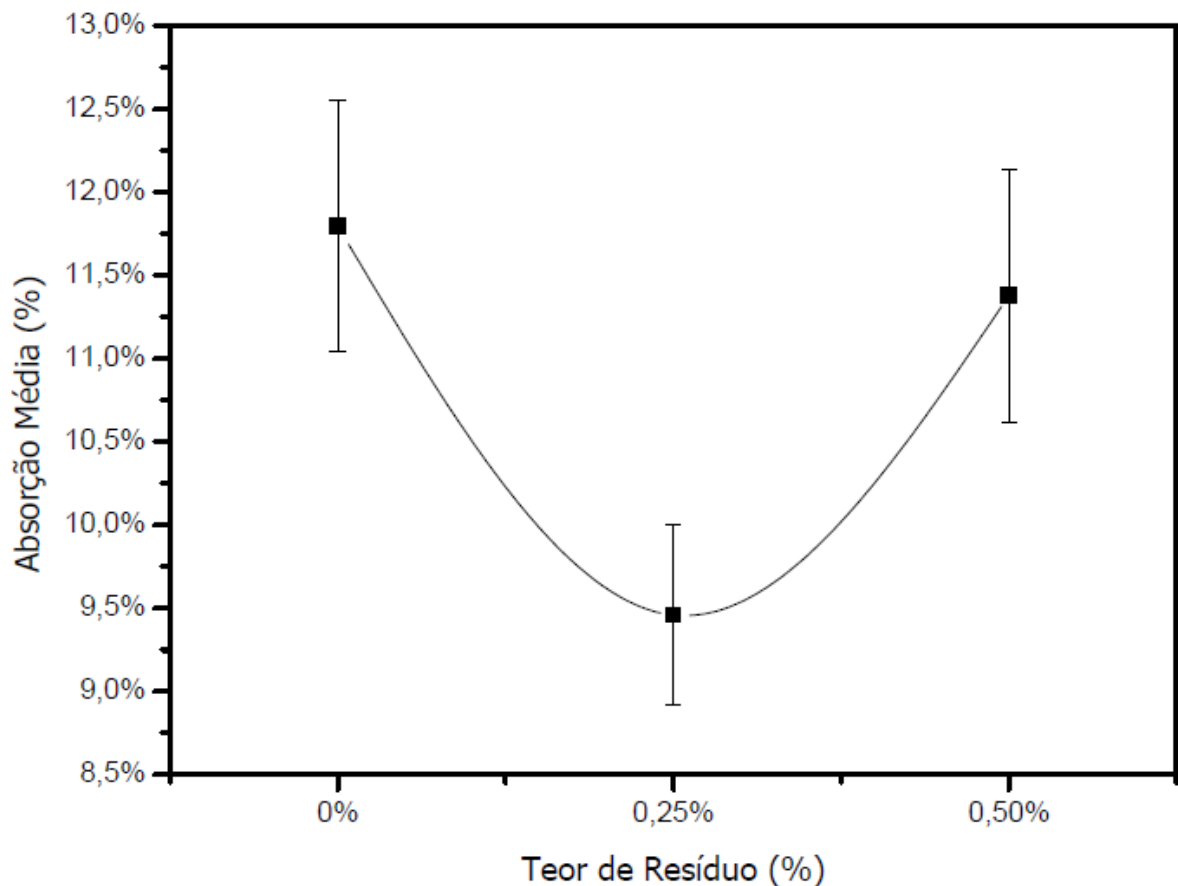


Figura 1 – Dados relativos à absorção de água nos blocos com diferentes teores

O teste realizado demonstrou que os blocos com 0,25% de adição de resíduos apresentaram menor índice de absorção de água que as amostras de 0,00%. No entanto, os blocos com 0,50% de adição de PET apresentaram maior teor de absorção que os tijolos com 0,25% de incorporação. Avalia-se que há um ponto entre 0,25% e 0,50% de adição no qual a taxa de absorção de água é mínima. Observa-se que há o melhoramento do comportamento do bloco desde que se estabeleça um limite ao teor de incorporação dos resíduos.

Ainda com as peças úmidas foi dado início ao teste de compressão, com o uso de uma prensa de compressão, no mesmo laboratório acima citado. Esse procedimento teve por objetivo analisar e avaliar o comportamento dos blocos de solo-cimento quando submetidos à força de compressão, comparando-se seus desempenhos em estado tradicional – 0,00% de adição de PET – e com diferentes proporções de agregados – 0,25% e 0,50% de adição de PET. Os dados relativos ao teste em cada um dos tijolos serão apresentados na (Figura 2)

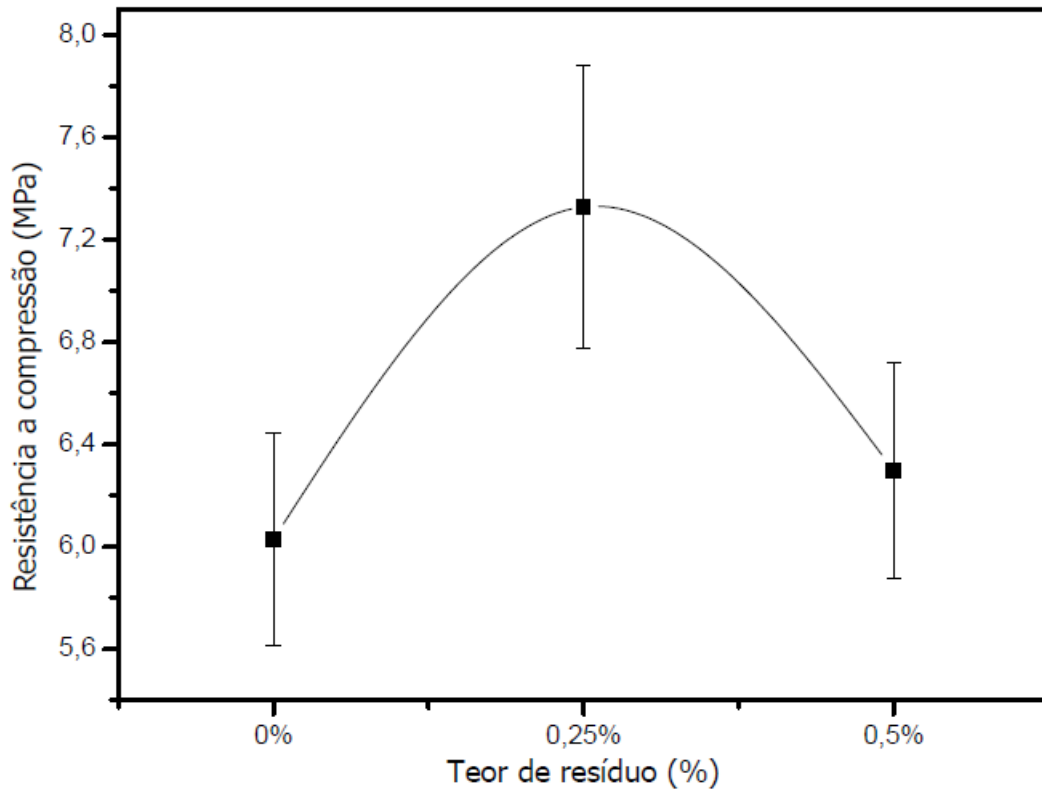


Figura 2 –Resistência de cada traço dos tijolos em (mPa)

Por meio dos resultados obtidos através dos testes realizados, foi feita a análise do desempenho dos tijolos. Os dados fornecidos pelo teste de compressão demonstraram que os blocos com adição de 0,25% de PET apresentaram melhor resistência aos esforços que os blocos de solo-cimento com 0,00% de incorporação. No entanto, os blocos com 0,50% de adição apresentaram uma diminuição da resistência em relação aos de 0,25%, no qual se avalia, assim como no teste de absorção de água, que existe um ponto de pico entre 0,25% e 0,50% para a resistência à compressão dos blocos incorporados pelos resíduos reciclados. A pesquisa ressalta que o cimento utilizado no experimento (Portland CP-V ARI) é um material para produção de peças de alta resistência, o que propiciou bons resultados durante o teste de compressão. Porém, é notório que a adição de resíduos PET's aumenta percentualmente a resistência dos blocos. Subtende-se que, pelo polímero ser um material moldável, tenha se deformado durante o teste de compressão, aumentando assim a resistência dos blocos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado alcançou o objetivo de compatibilizar o exercício de práticas sustentáveis, com o melhoramento do desempenho de um elemento de extrema importância para a construção civil. A pesquisa baseada nos princípios de Bellen (2002) enfatiza que o desenvolvimento humano pode adequar-se as necessidades do meio, sem que isto signifique deixar de evoluir. A adição de resíduos reciclados PETs aos tijolos de solo-cimento é uma alternativa viável de aprimoramento do comportamento dos blocos. É importante a realização de novas pesquisas para aprofundamento do estudo do comportamento deste material, sugere-se que novos estudos avaliem a possibilidade da incorporação do resíduo como pó, subentende-se que a aderência entre o polímero e a massa seria melhor.

O projeto desenvolvido durante a disciplina de Ciências dos Materiais pretende que os resultados encontrados possam ser úteis no desenvolvimento de novas tecnologias sustentáveis para a construção civil.

REFERÊNCIAS

- ARAGON, Aline Tomaz; GHIRALDELLO, Luciane. **Produtos a base de polietileno (PET) na construção civil: um estudo diagnóstico no município de Poços de Caldas.** Disponível em: <https://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/artigos/v2014/Artigo03_2014.pdf> Acesso em: 23 agosto 2017.
- BELLEN, H.M.V. *Indicadores de sustentabilidade: Uma análise comparativa.* 2002. 220f. Tese (Doutorado em Engenharia Produção)- Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis. 2002.
- COUTINHO, Fernanda; MELLO, Ivana L.; SANTA MARIA, Luiz C. de. Polietileno: principais tipos, propriedades e aplicações. **Polímeros: ciência e tecnologia**, v. 13, n. 1, 2003.
- GALLI, Bárbara et al. Uso de garrafas de poli-tereftalato de etileno–PET como insumo alternativo na construção de edificações residenciais. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 1, n. 2, p. 174-181, 2013.
- MIKHAILOVA, Irina. Sustentabilidade: evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. **Economia e Desenvolvimento**, n. 16, 2004.
- MOTTA, Jessica Campos Soares Silva et al. Tijolo de solo-cimento: análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis. **e-xacta**, v. 7, n. 1, p. 13-26, 2014.
- PISANI, Maria Augusta Justi. Um material de construção de baixo impacto ambiental: O tijolo de solo-cimento. **Sinergia, São Paulo**, v. 6, n. 1, p. 53-59, 2005.

