

AValiação Mecânica de Tijolo Maciço Solo-Cimento Contendo Resíduo de PET.

Rilson José de Sena¹
Prof. Msc. Anderson Laursen²
Jonas Soares da Silva³

Resumo

A necessidade de preservação ambiental e a tendência de escassez dos recursos naturais fazem com que a construção civil adquira novos conceitos e soluções técnicas visando à sustentabilidade. Nesse contexto, a reciclagem e o aproveitamento dos resíduos incorporando-os nos tijolos de solo-cimento representam uma alternativa em plena sintonia com as diretrizes do desenvolvimento sustentável, atribuindo-lhes a condição de material nobre, ao invés de simplesmente lançá-los na natureza. Neste trabalho são apresentados estudos e resultados de ensaios de laboratório, através dos quais se objetivou avaliar o comportamento de tijolos solo-cimento com a incorporação de teores de resíduo provenientes da moagem de PET para aplicação na construção civil. Para tanto, foram realizados ensaios de caracterização de um solo da região de Caruaru-PE e da incorporação de resíduos de PET nas proporções de 5, 8 e 11%. O traço padrão em massa utilizado de solo-cimento foi de 1:10. Para realização do ensaio de resistência a compressão foi adaptado um método para promover a melhor compactação das partículas em corpos de provas de 50mmX100mm. Observou-se que a incorporação do resíduo de PET melhorou a resistência à compressão média para todas as percentagens avaliadas, onde o teor de 11% promoveu um acréscimo de 163,15% em comparação com o traço padrão. A absorção de água para todas as misturas estudadas ficou de acordo com a norma vigente. Diante do exposto, a utilização de resíduo de PET pode ser uma viável na fabricação de tijolos solo-cimento, sendo utilizados de maneira inteligente e benéfica à sociedade.

Palavras-chave: solo-cimento, resíduos de PET, reciclagem de embalagem, tijolo maciço.

1 Introdução

A necessidade de preservar e conservar o meio ambiente faz com que esse seja um dos assuntos mais comentados ultimamente no mundo, não só pela comunidade científica, mas pelo público em geral. Muitas ações do homem têm alterado o ecossistema com consequências danosas, tais como: o aumento da temperatura global, poluição dos mares, rios e lagoas por esgoto e resíduos tóxicos, poluição do ar, através do lançamento na atmosfera de gás carbônico, enxofre e outros gases não menos danosos. Toda essa preocupação vem fazendo com que o setor da construção civil busque o desenvolvimento de novos materiais e técnicas voltados para o conceito de sustentabilidade.

¹Graduado em Engenharia Civil – UNIFAVIP / DeVry. E-mail: rilsonsena@yahoo.com.br

²Professor da UNIFAVIP / DeVry – Msc.em Engenharia dos Materiais pela UFCG. E-mail: laursen@unifavip.edu.br

³Graduado em Engenharia Civil – UNIFAVIP / DeVry. E-mail: jonas.ssj@live.com

De acordo com Grande (2003), os tijolos de solo-cimento representam uma alternativa em plena sintonia com as diretrizes do desenvolvimento sustentável, pois requerem baixo consumo de energia na extração da matéria-prima, dispensam o processo de queima e reduzem a necessidade de transporte, uma vez que os tijolos podem ser produzidos com solo do próprio local da obra.

Os tijolos de solo-cimento são apresentados como uma das alternativas para a construção em alvenaria. São elementos que, após pequeno período de cura, garantem resistência à compressão simples similar à dos tijolos maciços e blocos cerâmicos, sendo a resistência tanto mais elevada quanto maior for a quantidade de cimento empregada. Segundo a FUNTAC (1999), deve ser limitada a um teor ótimo que confira ao material curado a necessária qualidade, sem aumento do custo de fabricação.

Segundo a NBR 8491 (1983) - Tijolo maciço de solo cimento, este material é definido como tijolo cujo volume não é inferior a 85% do seu volume total aparente, constituído por uma mistura homogênea, compactada e endurecida de solo (o qual não deve apresentar matéria orgânica em teores prejudiciais), cimento Portland, água e, eventualmente, aditivos. Podem ser classificados em tipo I e II, com dimensões de (20x9,5x5) cm e (23x11x5) cm, respectivamente (comprimento, largura e altura).

No tocante às especificações técnicas, estes tijolos devem apresentar teores de absorção de água médio e individual não superiores a 20% e 22%, respectivamente, e resistência mínima à compressão média e individual entre 2,0MPa e 1,7MPa, respectivamente.

O tijolo de solo-cimento apresenta um processo construtivo simples, não necessita de mão de obra especializada, utiliza máquinas simples, de pequeno porte e baixo custo. Sua principal matéria prima é abundante, de fácil obtenção e baixo custo. Na produção do tijolo de solo-cimento não são usadas fontes de energia provenientes da degradação do meio ambiente, nem gerados efluentes que possam causar danos ao mesmo. Em vista disso o tijolo de solo cimento pode ser dito ecológico.

Dyer (2010), em estudo observou-se que as argamassas de PET aguentaram maiores cargas que os tradicionais feitos de cimento e areia na mesma proporção, podendo ser uma alternativa o uso de resíduos em tijolos de solo-cimento.

São as embalagens pós-consumo do PET - Poli (Tereftalato de Etileno), resíduos que estão atingindo percentuais cada vez maiores na composição do lixo urbano, com presença crescente no meio ambiente, (ABIPET, 2012).

De acordo com Frigione (2010) a reciclagem do PET proporciona vantagens nas dimensões ambiental, social e econômica. Estas vantagens se traduzem através da diminuição da extração de matéria prima virgem não renovável, na disposição em aterros, no consumo de energia, pois no processo de reciclagem é utilizada em média 30% da energia necessária para produzir a resina virgem sem comprometer a qualidade do produto final, na criação de uma cadeia de logística para coletar, segregar, transportar e destinar este rejeito e na redução do preço dos produtos na utilização do material reciclado (algo em torno de 30% em comparação ao produto virgem).

Desta forma, entende-se que a substituição de parte do solo por resíduos de PET para a construção de tijolos de solo-cimento possa apresentar uma alternativa sustentável para a reciclagem de resíduos PET.

2 Materiais e métodos

A metodologia de trabalho consistiu na caracterização dos materiais em estudo e determinação dos parâmetros de resistência e absorção dos produtos resultantes. Foram realizados ensaios de laboratório para a caracterização do solo, dos resíduos de PET, das composições solo-resíduo, dos traços de solo-cimento e dos corpos de provas produzidos.

2.1 Materiais utilizados

2.1.1 Solo

O solo utilizado na composição do solo-cimento foi coletado no bairro do Alto do Moura, no loteamento Alto das Sete Luas, de uma única jazida do começo ao fim dos experimentos. Solo encontrado em abundância no local. Após secar a temperatura ambiente o solo foi preparado, desagregando-se os torrões, em seguida foi peneirado na peneira 4,8mm e eliminando-se o material retido.

2.1.2 Cimento

Com relação ao cimento, usou-se o CP II Z-32 da marca Campeão da Lafarge, este produto tem na sua composição a adição de pozolana, material que proporciona uma maior impermeabilidade do concreto e argamassa, o que garante uma maior durabilidade. Por causa de seu desempenho, pode ser utilizado na maioria das aplicações.

2.1.3 Água

A água deve ser isenta de impurezas nocivas à hidratação do cimento. Foi utilizado água disponível no local dos ensaios, laboratório de Engenharia da UNIFAVIP/Devry, sendo fornecida pelo sistema de abastecimento – COMPESA. Visando manter o mesmo parâmetro nos ensaios foi utilizada apenas água deste local.

2.1.4 Resíduo de PET

Obteve-se o resíduo de PET através da empresa DEPET (Campina Grande-PB) uma empresa de coleta e reciclagem de embalagens plásticas, constituindo-se de material resultante da reciclagem e trituração de embalagens de PET. Figura 1, resíduo de PET bruto.

Figura 1 - Resíduo de PET bruto



Fonte: Própria (2016).

Após a coleta os resíduos de PET foram peneirados na malha 4,8 mm visando-se enquadrar nas mesmas condições do solo adequadas para a produção do tijolo solo-cimento. A média de aproveitamento do resíduo recebido da empresa, para cada 17616g (úmido) peneirados na peneira malha 4,8 mm, teve como passante 15700g (úmido), sendo assim, aproveitamento de 89,12%. A respeito da umidade do resíduo, o material passante na peneira 4,8 mm foi separado 1095,1g (úmido) e levado a estufa, seu peso ao ser retirado após por 24 horas na temperatura de 130 graus foi de 814,8g, caracterizando uma umidade de 25,6%.

2.2 Metodologia

2.2.1 *Formulação dos Traços*

Para o traço, foi iniciado os ensaios com o traço padrão de solo, cimento e água, que é 1:10 (uma parte de cimento para 10 partes de solo), foi usado para o traço padrão 300g de cimento: 3.000g de solo e 231g de água. Posteriormente foi realizado traços substituindo em partes o solo por 5% de resíduos de PET (300g de cimento, 2.760g de solo, 240g de PET e 231g de água), 8% de resíduos de PET (300g de cimento, 2.850g de solo, 150g de PET e 231g de água) e 11% de resíduos de PET (300g de cimento, 2.670g de solo, 330g de PET e 231g de água). Assim, foi averiguado o traço ideal para sua utilização.

Optou-se por padronizar o valor da relação de água/cimento, tendo como parâmetro a trabalhabilidade. Foi realizado um traço padrão em massa 1:10 (150g de cimento e 1.500g de solo) e foi pesado um recipiente com água antes da mistura com 500g, posteriormente foi utilizando a água no traço e ao chegar na trabalhabilidade ideal do solo cimento, foi pesado o recipiente com sobra da água utilizada que foi 384,5g, tendo como resultado do peso da água utilizada de 115,5g, esse valor de 115,5g dividido pelo valor utilizado do cimento 150g resulta na relação $a/c = 0,77$.

2.2.2 *Moldagem dos corpos de prova*

Cada traço foi moldado em corpos de prova de argamassa (diâmetro = 5 cm; altura = 10 cm), para cada traço foi moldado 8 (oito) CP, a saber, que será utilizado os moldes de CP'S de argamassa porque não existe no citado laboratório fôrmas para produção deste tipo de tijolos e nem prensa para o mesmo. A mistura foi realizada com misturador de argamassa de cimento.

Para a moldagem e compactação dos CP'S, foi desenvolvido e adaptado um modelo experimental para a compactação em substituição ao modelo de prensa para tijolo solo-cimento usual, onde foi adaptado para a compactação o soquete do ensaio de compactação de solo, uma vez que o diâmetro do mesmo coincide com o diâmetro do corpo de prova de argamassa. Foram colocadas 4 camadas da mistura e para cada camada foi colocado a quantidade de duas colheres e meia da mistura, aplicando em seguida 2 golpes com o soquete de peso 2500g, o soquete foi erguido e lançado a uma altura de 35cm, verificado nas Figuras 2 a ilustração do processo.

Figura 2 - (A) colher utilizada para cada camada; (B) diâmetro interno soquete coincide com o diâmetro do CP e (C) soquete encaixado no CP.



Fonte: Própria (2016).

Após a moldagem dos CP'S, aguardou-se 24 horas para o desmolde das peças.

2.2.3 Processo de cura dos corpos de prova

Logo após o desmolde foi iniciado o processo da cura, utilizando um borrifador. Procurou-se controlar a mesma quantidade de borrifadas em cada corpo de prova, em seguida era acondicionado em um balde plástico e coberto por um papel toalha totalmente úmido para conservar por mais tempo a umidade dos CP'S, esse processo foi realizado apenas uma vez por dia durante 7 dias.

2.2.4 Resistência à compressão

Para o ensaio de resistência a compressão foi utilizado a NBR 7216 (1996), usou-se a prensa Emic SSH300, disponível no laboratório da Universidade do Vale do Ipojuca – UNIFAVIP/DeVry. A prensa possui a capacidade máxima 200 ton (2MN).

2.2.5 Ensaios de caracterização

2.2.5.1 Análise Granulométrica do Solo

A análise granulométrica foi realizada de acordo com a NBR 7181/84, a amostra foi seca em estufa a uma temperatura de aproximadamente 105°C até que fosse atingida a constância de massa, em seguida a mesma foi retirada da estufa e foi realizado o quarteamento. Em seguida tomou-se uma quantidade de material, os quais foram passadas na peneira Nº 10, com abertura 2,0 mm, tomando a precaução de desmanchar no almofariz todos os torrões eventualmente ainda existente de modo a assegurar a retenção na peneira somente dos grãos maiores que a abertura da malha. O que ficou retido na peneira foi lavado e colocado na estufa durante 24 horas, à uma temperatura de aproximadamente 105°C. O material assim obtido foi usado no peneiramento grosso.

O material que passou na peneira #10, com abertura de 2,0 mm, retirou-se aproximadamente 100,00g para o peneiramento fino (amostra parcial) e lavou-se na peneira #200, com abertura 0,075 mm, o que ficou retido na mesma foi colocado assim em estufa durante 24 horas a uma temperatura de aproximadamente 105°C, até constância da massa. O material que passou na peneira #10, retirou-se duas cápsulas para determinação da umidade hidrosfópica (natural). Após a secagem do material em estufa, procedeu-se ao peneiramento do material seco na seguinte serie de peneiras N° (4, 10, 40, 80 e 200). Pesou-se com aproximação de 0,1g as frações da amostra retidas nas peneiras consideradas.

2.2.5.2 Ensaio de Compactação do Solo

O ensaio de compactação tipo Proctor Normal (NBR 7182/82), com a reutilização do solo, para a obtenção de sua curva de compactação. Foram utilizados o almofariz, peneira 4,8mm, balança, molde cilíndrico de 1000cm³, com base e colarinho, soquete cilíndrico, extrator de amostra, cápsulas para determinação de umidade e estufa.

Tomou-se uma certa quantidade de material seco ao ar e fez-se o destorroamento até que não houvesse torrões maiores que 4,8mm, peneirou-se a amostra na peneira 4,8 mm e em seguida determinou-se sua umidade higroscópica. Adicionou-se água à amostra até se verificar uma certa consistência. Observando sempre uma perfeita homogeneização da amostra, compactou-se a amostra no molde cilíndrico em 3 camadas iguais (cada uma cobrindo aproximadamente um terço do molde), aplicou-se em cada uma delas 25 golpes distribuídos uniformemente sobre a superfície da camada, com o soquete caindo de 0,305m, em seguida removeu-se o colarinho e a base, aplainando-se a superfície do material à altura do molde e pesou-se o conjunto cilindro mais o solo úmido compactado, retirou-se a amostra do molde com auxílio do extrator, e partindo-a ao meio, coletou-se uma pequena quantidade para a determinação da umidade, posteriormente desmanchou-se o material compactado até que permitiu-se ser passado pela peneira 4,8mm, misturou-se em seguida ao restante da amostra inicial (para o caso de reuso do material), logo adicionou-se água à amostra homogeneizando-a e acrescentou-se água numa quantidade da ordem de 2% da massa original de solo, em peso, assim, Repetiu-se o processo por mais quatro vezes.

2.2.5.3 Limites de Liquidez (LL)

O ensaio para determinação do limite de liquidez foi realizado com o aparelho de casa grande. Figura 18. De acordo com a NBR-6459/84, o solo foi distribuído em cinco cápsula, com diferentes quantidades de massa bruta úmida. Após serem secas na estufa a 130c° por 24 horas e pesadas, foi determinado teor de umidade do solo através do método da estufa. Em seguida traçamos a curva conforme a distribuição dos pontos obtidos em relação ao número de golpes aplicados para fechar a ranhura em cada amostra (pela norma, os valores devem ser entre 15 e 35 golpes).

2.2.5.4 Limites de Plasticidade (LP)

O ensaio foi realizado de acordo com a NBR 7180/84. Inicialmente colocamos as amostras de solo no recipiente de porcelana e adicionou-se água até se obter uma massa bem homogeneizada, misturando-a repetidamente com a espátula. Com a pasta de solo obtida, moldamos uma pequena quantidade da massa em forma elipsoidal, rolando-a sobre o vidro, com pressão suficiente da palma da mão para lhe proporcionar uma forma cilíndrica, até que a massa se fissure em pequenos fragmentos quando a mesma atingiu aproximadamente 10 cm de comprimento e 3 mm de diâmetro. No momento em que fragmentou o cilindro, coletamos alguns fragmentos fissurados desta massa de solo, sendo realizado 5 (cinco) cilindros e retirado 1 (uma) amostra de cada, para a determinação da umidade, até que tenhamos três valores que não difiram da respectiva média em mais de 5%.

2.2.5.5 Ensaio de absorção

O procedimento acontece com finalidade de identificar a quantidade de água que o bloco absorve. Os corpos- de - prova são colocados em estufa com temperatura de 105°C até constância de massa, pesado após 20 minutos de resfriamento para que a umidade do ar não interfira na massa inicial (M1). Após resfriamento total dos blocos, eles são imersos em água por 24 horas. Logo após esse tempo, são pesados com a finalidade de obter a massa final (M2) A porcentagem de absorção de cada bloco é obtida através da Equação 1.

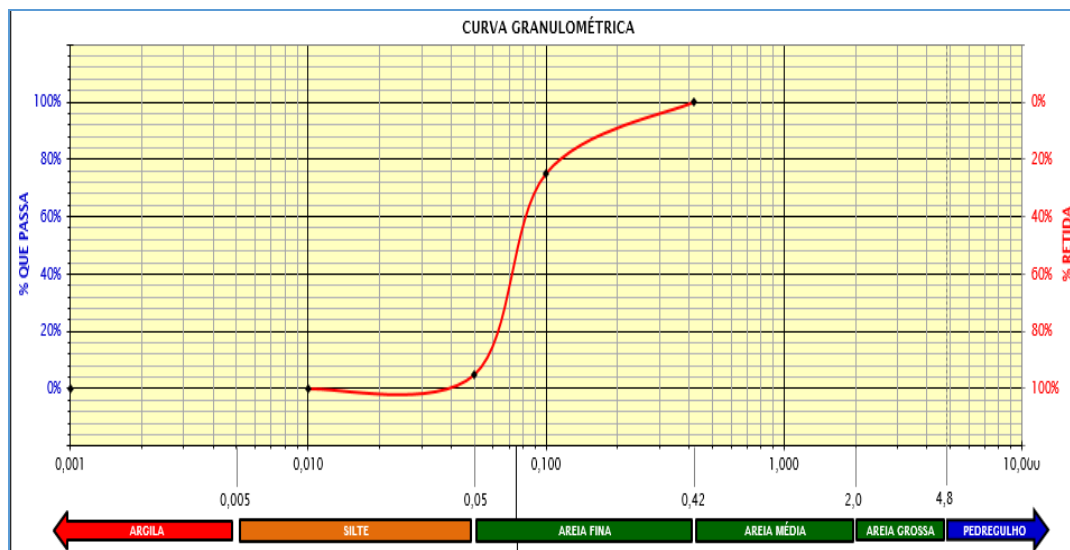
$$\% \text{ Abs} = (M2 - M1 / M1) \times 100 \dots\dots\dots \text{Equação (1)}$$

3 Análise e resultados dos dados

3.1 Análise granulométrica

De acordo com a NBR 7181/84, foi feita a construção do gráfico mostrado na Figura 3, que tem por objetivo caracterizar o solo de acordo com os percentuais de material passante e retidos em cada peneira.

Figura 3 - Análise granulométrica – ABNT



Fonte: Própria (2016).

A partir de então pode-se deduzir que o gráfico apresenta um solo de granulometria uniforme, perante o traçado da curva apresentado. O valor do Coeficiente de uniformidade (C_u) do solo é expresso pela Equação (2), Onde D_{60} é o diâmetro passante em 60% e D_{10} é o diâmetro passante em 10%.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0,08}{0,06} = 1,33 \dots \dots \dots \text{Equação (2)}$$

Confirmando a classificação dada para o solo perante a interpretação da curva, de solo uniforme, pois para $C_u < 5$, o solo é considerado uniforme, segundo a classificação da NBR 7181/84.

De um modo geral, solos de granulometria não uniforme são ideais, pois além de requererem menor teor de estabilizante, os espaços existentes entre os grãos maiores são preenchidos por partículas menores do próprio solo e, neste caso, os produtos formados das

reações de solo-aditivo, ao invés de preencher os vazios, agem de forma integral na ligação entre os grãos. Quando a granulometria do solo não é adequada, pode-se corrigi-la adicionando-se outros tipos de solo, (SOUSA e BARBOSA, 2000).

Também foram realizados ensaios de análise granulométrica do resíduo de PET. Os resultados são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados da granulometria do resíduo PET

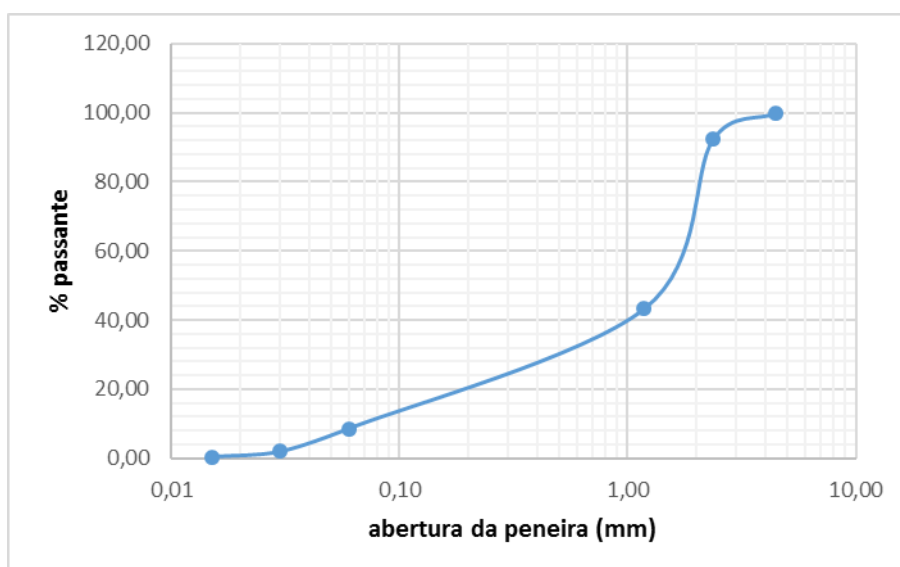
Resíduo PET Seco				
Peneira (Mesh)	Abertura # (mm)	Massa Retida (g)	Porcentagem Retida (%)	Porcentagem Passante (%)
4	4,47	0	0,00	100,00
8	2,36	150,65	7,69	92,31
16	1,18	960,1	49,01	43,30
30	0,06	680,29	34,73	8,58
50	0,03	130,38	6,66	1,92
100	0,02	30,15	1,54	0,38
Fundo		7,5	0,38	

Massa Total 1959,07

Fonte: Própria (2016).

Apresenta-se, na Figura 4, a descrição das curvas granulométricas do PET.

Figura 4 - Granulometria do resíduo PET seco.



Fonte: Própria (2016).

É possível verificar no resultado da análise granulométrica do PET, apresentam-se próximo da curva granulométrica características da areia, assim facilitando sua compactação e coesão com a mistura. Desta forma, a adição do resíduo PET propicia um material, com características granulométricas apropriadas para a confecção do solo-cimento.

3.2 Compactação

Os ensaios de compactação foram realizados em conformidade com a NBR 7182/82. Os resultados obtidos para o ensaio de compactação apresentam o valor de 7,07 g/cm³ para a massa específica aparente máxima do solo seco e 4 % para a umidade ótima. Assim, se a quantidade de água utilizada na compactação da camada de solo for maior ou menor que a umidade ótima, o solo não atingirá o seu grau de compactação máxima. Sendo este o fator que determina a deformação do solo.

3.3 Limites de Liquidez (LL)

Segundo a NBR-6459/84, chegamos ao resultado de LL de aproximadamente 18%. Resultado esse que atende as características técnicas típicas usadas para a fabricação de tijolo solo-cimento, que segundo FUNTAC (1999), identifica como favorável, valor menor ou igual a 45%.

3.4 Limites de Plasticidade (LP)

Segundo a NBR 7180/84, para a determinação da umidade, até que chegasse a três valores que não difiram da respectiva média em mais de 5%. Assim, temos que o resultado do valor de umidade foi de 17,39%, de acordo com os dados da Tabela 12, sendo favorável com a norma, bem como atende as características técnicas usados para a fabricação de tijolo solo-cimento, que identifica como favorável, valor menor ou igual a 18% para o índice de plasticidade.

3.5 Ensaio de absorção

Na Tabela 2, são apresentados os resultados obtidos em quatro corpos-de-prova para cada amostra de traço, curados aos 7 dias.

Tabela 21 - Absorção de água dos CP'S.

Absorção de água (%)	
Amostra traço padrão sem PET	19,01
Amostra traço com adição 5% de PET	19,42
Amostra traço com adição 8% de PET	20,83
Amostra traço com adição 11% de PET	21,95

Fonte: Própria (2016).

Os resultados obtidos atendem aos limites da norma, para os valores individuais que são de 22% no máximo.

Com relação aos valores de absorção de água, pode ser observado que no geral, a incorporação dos resíduos de PET provoca pequeno aumento gradual nos valores de absorção de água dos CP'S. É importante destacar que os traços estudados apresentam valores individuais de absorção de água abaixo do limite máximo estabelecido pela NBR 8492/82 que apresenta a média dos valores de absorção de água maior do que 20%, nem valores individuais superiores a 22%.

3.6 Resistência à Compressão

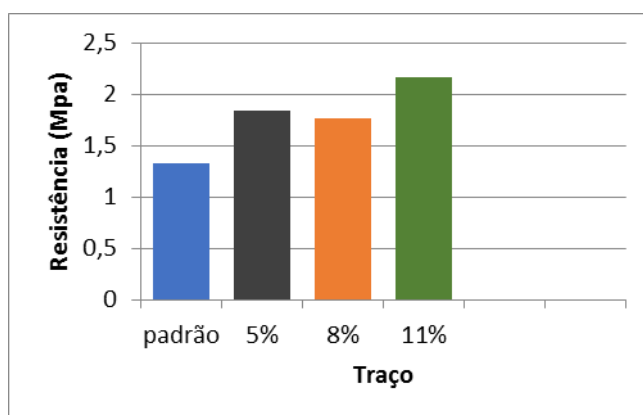
Na Tabela 3 e Figura 5 abaixo estão os resultados de resistência média à compressão dos CP'S, em função do acréscimo na quantidade de resíduos PET, aos 7 dias curados.

Tabela 3 – resultados em MPa do ensaio de resistência à compressão

Traço	Média	Desvio Padrão
Padrão	1,33	0,16
5%	1,84	0,19
8%	1,77	0,14
11%	2,17	0,16

Fonte: Própria (2016).

Figura 5 - Gráfico em relação traço x resistência aos 7 dias.



Fonte: Própria (2016).

É importante notar que os CP'S dos traços de 5%, 8% e 11% de substituição de PET sobre o solo, apresentaram valores médios de resistência a compressão superiores (considerando seus desvios padrão) ao valor mínimo exigido pela norma NBR 8491/83 (> 2 MPa). No entanto o traço sem adição de resíduo não atendeu às prescrições de resistência mínima aos 7 dias exigida pela NBR 8491/84.

Observou-se que a incorporação do resíduo de PET melhorou a resistência à compressão média para todas as percentagens avaliadas, onde o teor de 11% promoveu um acréscimo de 163,15% em comparação com o traço padrão.

Em relação ao índice de absorção de água no traço de 11% de adição de PET apresentar o maior índice entre os traços ensaiados de 21,95%, e consequentemente pelo maior índice de PET apresentarem maior índices de vazios e ainda sim, apresentar maior resistência entre os traços estudados, pode ser explicada pelo fato que, na medida em que aumenta-se o percentual de PET em relação a massa de solo, mantendo o mesmo traço 1:10, diminui a massa de solo, assim é como se aumentássemos o percentual de cimento em relação a quantidade de solo, daí a resistência mecânica da peça também irá aumentar.

A substituição parcial do solo pelos resíduos PET possibilita a obtenção de produtos com propriedades técnicas que se enquadram nas especificações de normas para tijolo do tipo solo-cimento, onde a resistência mínima à compressão média e individual de 2,0MPa e 1,7MPa, respectivamente, a saber que o método de prensagem dos CP'S deste estudo foi realizado com um método adaptado.

4 Considerações finais

A incorporação de teores de resíduos de PET em substituição ao solo na produção de tijolos solo-cimento se mostrou satisfatória uma vez que os resultados dos traços avaliados atenderam as normas vigentes, mesmo com o procedimento adaptado de prensagem.

Todos os traços contendo o resíduo apresentaram resistência mecânica a compressão média superior ao traço padrão, sendo que o maior valor encontrado foi quando o percentual de substituição foi 11%.

Para os valores de absorção de água, observou-se que a incorporação dos resíduos provocou um pequeno aumento gradual nos valores de absorção dos CP'S. É importante destacar que todos os traços estudados apresentam valores abaixo do limite máximo estabelecido pela norma.

Observa-se também que o solo-cimento é uma excelente matriz para o aproveitamento dos resíduos de PET, possibilitando a adição de resíduos em substituição à massa de solo, sem prejuízos para as características do solo-cimento.

Sugestões para próximos trabalhos:

- Elaboração de mais estudos com o traço 1:10 e a adição de PET de 11% escolhido, ensaios com traços com mais adição de PET e também no traço 1:12 e 1:14, para que o estudo garanta mais informações e publicações que melhor detalhem os teores de adição. E com isso, difunda ainda mais a prática do uso dos resíduos no mundo, sendo utilizados de maneira inteligente e benéfica à sociedade;
- Executar ensaios diminuindo o teor de cimento na mistura, para assim, avaliar sua eficácia com menor custo;
- Estudos de resistência dos traços além dos 7 dias mínimos exigidos por norma, ensaiar aos 14 e 28 dias de cura, a saber que após 28 dias a cura está completa e o tijolo apresenta aproximadamente 95% da resistência total do de cálculo, para transporte e utilização;
- Avaliar a influência do tipo de diferentes solos em busca de outros resultados em termos de resistência à compressão, absorção e durabilidade;
- Elaborar ensaios com a utilização da prensa específica para tijolos solo-cimento, para que os resultados cheguem o mais próximo do método usual.

REFERÊNCIAS

ABIPET - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PET. **9º Censo da Reciclagem de PET no Brasil**. 2011. Disponível em: <www.abipet.org.br>. Acesso: 23 de março. 2016.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

_____.NBR 6459 (1984) – solo: determinação do limite de liquidez. Método de ensaio. Rio de Janeiro.

_____.NBR 7180 (1984) – solo: determinação do limite de plasticidade. Método de ensaio. Rio de Janeiro.

_____.NBR 7181 (1984) – solo: análise granulométrica. Método de ensaio. Rio de Janeiro.

_____.NBR 7182 (1982) – solo: ensaio de compactação. Método de ensaio. Rio de Janeiro.

_____.NBR 7216 (1996) – Cimento Portland: determinação da resistência à compressão. Método de ensaio. Rio de Janeiro.

_____.NBR 8491 (1984) – tijolo maciço de solo-cimento: especificações. Rio de Janeiro.

DYER, P. P. O. L. (2010). A utilização de resíduos de pet (Poli tereftalato de etileno) como agregado em argamassas. 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.

FRIGIONE, M. *Recycling of PET bottles as fine aggregate in concrete*. **Waste Management**, v.30, n. 11, p. 1101-1106, 2010.

FUNTAC – Fundação de Tecnologia do Estado do Acre. **Cartilha para produção de tijolo solo-cimento**. Rio Branco-ACRE. Habitação Popular Alternativas para a Amazônia, 1999.

GRANDE, F. M. Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com adição de sílica ativa. São Carlos: EESC-USP, 2003. 165p. Dissertação Mestrado.

SOUSA, S.M.T.; BARBOSA, N. P. **Estabilização granulométrica de solos para a confecção de tijolos prensados de terra crua**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000, Salvador. Anais... Salvador: [s.n], 2000.