

REAPROVEITAMENTO DO RESÍDUO DE CERÂMICA VERMELHA NA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS

Autores: Lanes, P.G.; Dias, F.M.; Dutra, J.F.; Guimarães, I.F.

Local: Centro Universitário do Leste de Minas Gerais

Endereço Postal: Bairro: Bom Jardim, rua: Dália 1076, Ipatinga- MG

E-mail: poly_lanes@hotmail.com

Dentre os diversos resíduos que são gerados nas Indústrias, destacam-se os resíduos provenientes da construção civil, que durante a execução de suas atividades gera uma grande quantidade de Resíduos de Construção e Demolição – RCD. Neste trabalho foi reaproveitado o resíduo de cerâmica vermelha para a fabricação do tijolo ecológico vazado sem função estrutural, o resíduo utilizado é derivado de indústrias cerâmicas e é gerado devido a perdas por falhas na qualidade do produto. Sendo assim, foram manufaturados tijolos com substituição do solo pelo resíduo de cerâmica vermelha nas proporções em volume de 0%, 15%, 30% e 45%. Após a confecção dos tijolos, os mesmos foram caracterizados por ensaios físico-mecânicos. Os resultados dos ensaios demonstram que os tijolos confeccionados com resíduo de cerâmica vermelha alcançaram bons resultados nos ensaios de absorção de água. Porém nos ensaios de resistência a compressão os tijolos não obtiveram os valores exigidos por norma.

Palavras-chave: Resíduo. Cerâmica vermelha. Tijolo ecológico.

INTRODUÇÃO

A preocupação com os recursos naturais está mudando a forma com que a comunidade e as indústrias descartam seus resíduos. Tratando-se especificamente de empresas e indústrias da construção civil, temos uma grande quantidade de resíduos que são gerados desde o processo de fabricação dos materiais até a finalização da construção.

Um dos materiais mais utilizados na construção civil é o tijolo convencional, e sua produção agride diretamente o meio ambiente, pois, sua fabricação é realizada em olarias, fabricação está que emite gases de efeito estufa devido à fumaça gerada na queima do carvão. Além do grande consumo de recursos naturais, que ocorre na extração de jazidas de argila e areia, material este matéria prima do tijolo.

Em busca de um material sustentável surgem pesquisas que visam o reaproveitamento dos resíduos gerados nas indústrias da construção civil, para que de alguma forma haja o retorno desse material na fabricação de outros materiais.

O tijolo ecológico tem um processo de fabricação que não agride o meio ambiente, sendo confeccionado em prensas manuais, o que dispensam a queima de lenha de reflorestamento, pó de serragem ou qualquer outro tipo de material como combustível para sua fabricação. Além de redução considerável na extração de recursos naturais.

Neste trabalho serão confeccionados tijolos ecológicos ou como também são chamados tijolos solo-cimento, utilizando o resíduo da cerâmica vermelha em substituição do solo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O traço estabelecido na pesquisa foi de 1:10. Este traço teve como referência ABCP (2010). A quantidade de cimento utilizado teve um valor fixo 10% em relação à massa total de solo. De acordo com os trabalhos estudados notasse que a incorporação do resíduo com valores acima de 50% ocasiona perda de resistência do material. Desta forma, foram utilizadas as porcentagens de 0%, 15%, 30% e 45% de resíduo em substituição do solo. Conforme apresenta-se na tabela 1.

Tabela 1 – Dosagem dos materiais

Fonte: A autora, (2015).

Traço	Solo (%)	Resíduo (%)	Cimento (%)
Traço 1	100	0	10
Traço 2	85	15	10
Traço 3	70	30	10
Traço 4	55	45	10

MATERIAIS

Solo

A matéria prima utilizada na pesquisa foi selecionada e coletada nas proximidades do Unileste. Sendo selecionados somente os solos com coloração avermelhada a ou amarelada e respeitado uma altura de 50 cm de solo já escavado para iniciar a coleta.

Resíduo da cerâmica vermelha

O resíduo utilizado na confecção dos tijolos foi proveniente da empresa CEAR Cerâmica, situada na cidade de Ipatinga, MG. O resíduo foi moído manualmente com auxílio de ferramentas até atingir a granulometria necessária para o prosseguimento dos ensaios.

Cimento Portland

Nesta pesquisa foi adotado o cimento CPIV – 32 RS por ser o cimento encontrado com mais facilidade na região do Vale do Aço.

Água

A água utilizada foi fornecida pela concessionária responsável pela distribuição da mesma na região.

Na tabela 2 é apresentada a quantidade de cada material utilizado.

Tabela 2 – Quantidade de material para confecção do tijolo ecológico

Fonte: A autora. (2015).

Traço	Solo (kg)	Resíduo (kg)	Cimento (kg)	Água (L)
Traço 1	16,36	0,00	1,64	2,060
Traço 2	13,94	2,46	1,64	2,060
Traço 3	11,48	4,92	1,64	2,060
Traço 4	9,02	7,38	1,64	2,060
TOTAL	50,80	14,76	6,56	8,24

MÉTODOS

Caracterização física

Para a caracterização física do resíduo, considerou-se o mesmo como um tipo de solo e os procedimentos de ensaios serão semelhantes ao aplicado ao solo.

- 1) NBR 7182 - Ensaio de Compactação de solos;
- 2) NBR 6459 - Determinação do Limite de Liquidez;
- 3) NBR 7180 - Determinação do Limite de Plasticidade;
- 4) NBR 7181 - Análise granulométrico;
- 5) DNER-ME 213 - Teor de umidade.

Na Figura 1 é mostrada a presa manual utilizada e na figura 2 são apresentados os tijolos solo-cimento após moldagem.



Figura 1 – Prensa manual SAHARA para tijolos vazados de solo-cimento

Fonte: A autora, (2016).



Figura 2 – Tijolos após moldagem.

Fonte: A autora, (2016).

Ensaio aplicado ao tijolo ecológico: Caracterização físico-mecânica

- Resistência à compressão axial simples NBR 10836 (2013);

Realizados nas datas 14 e 28 dias após o processo de cura do tijolo.

- Absorção de água NBR 10836 (2013);

Realizado 7 dias após o processo de cura. As normas utilizadas prescrevem que são necessários três corpos-de-prova para cada ensaio realizado. Ao todo serão confeccionados 48 tijolos, 12 tijolos para cada traço. Sendo 3 tijolos a mais para eventuais perdas ou necessidade para continuação dos ensaios.

Ensaio aplicado ao tijolo convencional: Caracterização físico-mecânica

Foram realizados os ensaios de resistência à compressão axial simples e absorção de água segundo a NBR 15270 – 3 (2005) que prescreve os métodos de ensaio para blocos cerâmicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensaio de caracterização do solo

Na tabela 3 são apresentados os resultados do ensaio de caracterização do solo.

Tabela 3 – Ensaio de caracterização do solo
Fonte: A autora, (2016).

Características do Solo	Proporções
Passando na peneira 4,8 mm (n° 4)	100 %
Passando na peneira 0,075 mm (n° 200)	15,36%
Teor de umidade	10,7%
Limite de liquidez	12,5%
Índice de plasticidade	7,8%

Os resultados dispostos na tabela 3 estão dentro da margem estabelecida pela NBR 10833 (2013). O material passante na peneira 0,075 mm foi superior a 10% e indica que o solo possui a proporção mínima de partículas finas exigidas. Nessa tabela também pode-se destacar dois importantes resultados, limite de liquidez e

índice de plasticidade, onde os valores indicam que o solo possui boa coesão entre as partículas.

Na tabela 4 são apresentados os resultados do ensaio granulométrico.

Tabela 4 – Ensaio granulométrico por peneiramento do solo

Fonte: A autora, (2016).

Granulometria por peneiramento			
Peneira ABNT	Malha (mm)	Peso retido (g)	Porcentagem Retida (%)
4	4,75	0	0
8	2,00	17,3	2,21
16	1,18	11,8	1,51
30	0,600	75,4	9,65
40	0,420	80,8	10,34
60	0,250	268	3403
100	0,150	141,6	18,12
200	0,075	66,5	8,51
Fundo	-	120	15,36
Total	-	781,4	100

Analisando a tabela 4 pode-se determinar a classificação textural do solo, que foi classificado como areia fina silto-argilosa. Também podemos analisar que o solo em questão contém as frações de areia entre 50% a 90% e frações de silte e argila entre 10% a 50%. Resultados desejáveis, visto que os solos mais indicados são os que predominam a fração de areia em sua composição.

Ensaio de caracterização do resíduo

Na tabela 5 são apresentados os resultados dos ensaios realizados para a caracterização do resíduo de cerâmica vermelha.

Tabela 5 – Ensaio de caracterização do resíduo

Fonte: A autora, (2016).

Características do Resíduo	Proporções
Teor de umidade	0%
Limite de liquidez	-
Índice de plasticidade	-

A tabela 5 aponta que o teor de umidade do resíduo foi de 0% o que representa um material seco. Não foi possível à realização dos ensaios de limite de liquidez e índice de plasticidade, pois a argila após o processo de queima perde suas propriedades físico-mecânicas. Na tabela 6 são apresentados os resultados do ensaio granulométrico do resíduo.

Tabela 6 – Ensaio de granulométrico do resíduo

Fonte: A autora, (2016).

Granulometria por peneiramento			
Peneira ABNT	Malha (mm)	Peso retido (g)	Porcentagem Retida (%)
4	4,75	0	0
8	2,00	0,660	35,26
16	1,18	0,420	22,43
30	600	0,320	17,04
40	420	0,100	5,43
60	250	0,160	8,55
100	150	0,134	7,16
200	75	0,066	3,55
Fundo	-	0,012	0,64
Total	-	500	100

Com base na análise das frações granulométricas do resíduo apresentada na tabela 6 pode-se observar uma fração de 99,42% areia, sendo este valor distribuído em 35,26% areia grossa, 44,90% areia média, 19,26% areia fina e 0,64% silte e argila. Sendo assim, o resíduo de cerâmica vermelha foi classificado granulometricamente como Areia Média. Pode-se observar que os dois materiais possuem granulometrias equivalentes, portanto, a substituição do resíduo pelo solo torna-se inicialmente viável.

Ensaio de resistência à compressão axial simples no tijolo solo-cimento

Nas tabelas 7 e 8 são apresentados os resultados dos ensaios de resistência axial nos tijolos- solo cimento e o coeficiente de variação, empregado para estimar a precisão dos resultados e representa o desvio-padrão expresso em porcentagem.

Tabela 7 – Ensaio de resistência à compressão axial simples traço 1 e 2

Fonte: A autora, (2016).

Resultados	Resistência	Coeficiente	Resistência	Coeficiente
	Média (Mpa) 14 dias	variável Médio (%) 14 dias	Média (Mpa) 28 dias	variável (%) 28 dias
Traço 1 Padrão	0,77	7,63	0,72	11,20
Traço 2 15% substituição	0,88	42,86	0,783	7,08

Tabela 8 – Ensaio de resistência à compressão axial simples traço 3 e 4

Fonte: A autora, (2016).

Resultados	Resistência	Coeficiente	Resistência	Coeficiente
	Média (Mpa) 14 dias	variável Médio (%) 14 dias	Média (Mpa) 28 dias	variável (%) 28 dias
Traço 3 30% substituição	0,60	46,02	0,44	5,14
Traço 4 45% substituição	0,85	43,01	0,46	4,99

Através das tabelas 7 e 8 observa-se que nos traços 2, 3 e 4 os valores obtidos para a resistência à compressão nos ensaios aos 28 dias diminuíram. Sendo os melhores resultados obtidos no traço 1 que corresponde ao traço padrão sem nenhuma adição do resíduo. Entretanto, nenhuns dos traços estudados alcançaram a resistência exigida pela NBR 8491 (2012).

Aos 28 dias de cura, os tijolos apresentaram uma maior estabilidade em sua resistência, sendo seu maior coeficiente de variação de 11,20%, isso pode ter ocorrido devido o cura total do cimento ser concluída somente aos 28 dias. Destaca-se que o cimento adquire resistência ao decorrer dos 28 dias, onde acontece uma estabilidade em sua resistência.

Ensaio de absorção de água

Na tabela 9 são apresentados os resultados do ensaio de absorção de água.

Tabela 9 – Ensaio de absorção de água por imersão

Fonte: A autora, (2016).

Traços	Absorção (%)	Traço 2	Absorção (%)
Traço 1			
MÉDIA	10,17	MÉDIA	22,28
Traço 3		Traço 4	
MÉDIA	12,60	MÉDIA	9,48

Analisando os resultados observa-se que os tijolos: traço1 com 0% de substituição, tijolo traço3 com 30% de substituição e o tijolo traço4 com 45% de substituição apresentaram pouca absorção de água, sendo estes valores satisfatórios, pois, como prescrito pela NBR 8491 (2012) o tijolo não deveria ultrapassar o valor médio $\leq 20\%$ e valor individual $\leq 22\%$.

Já os tijolos traço 2 com 15% de substituição apresentaram uma taxa de absorção maior, com valor de absorção médio $\geq 20\%$ e valores individuais $\geq 22\%$. Demonstrando que os valores obtidos neste traço não são satisfatório, pois, o tijolo absorveu muita água.

Ensaio de resistência do tijolo convencional

Foram ensaiados três tijolos para o ensaio de resistência a compressão axial do tijolo convencional. Na tabela 10 são apresentados os resultados.

Tabela 10 - Ensaio de resistência à compressão do tijolo cerâmico na vertical

Fonte: A autora, (2016).

Dimensões (cm)	Área (cm ²)	Resistência (MPa)
9 x 19 x 19	171	2,57
9 x 19 x 19	171	2,08
9 x 19 x 19	171	2,11
MÉDIA	-	2,25

Nota-se que os tijolos apresentam resistências inferiores ao valor estabelecido pela norma exigido, onde de acordo com a NBR 15270 - 1 (2005) a resistência mínima à compressão dos blocos cerâmicos é de 3,0 MPa.

Na tabela 11 são apresentados os resultados do ensaio de absorção de água do tijolo cerâmico.

Tabela 11 – Ensaio de absorção de água

Fonte: A autora, (2016).

	Massa seca (kg)	Massa úmida (kg)	Teor de umidade (%)
CP1	1,855	2,190	18,06
CP2	1,809	2,146	18,62
CP3	1,738	2,087	20,08
Média	1,800	2,141	18,92

Segundo a NBR 15270 - 1 (2005) o índice de absorção de água não deve ser inferior a 8% nem superior 22%, sendo assim, os resultados do ensaio de absorção de água do tijolo convencional são satisfatórios.

Tijolo ecológico x tijolo solo-cimento

Os tijolos ecológicos assim como os tijolos convencionais apresentaram bons resultado nos ensaios de absorção de água, com valores dentro do exigido por norma. Já nos ensaios de resistência a compressão axial simples, tanto os tijolos ecológicos manufaturados em escala laboratorial, quanto os tijolos convencionais manufaturados em grande escala em empresas especializadas, não alcançaram os valores estabelecidos pela norma vigente.

CONCLUSÃO

Nota-se que devem ser realizados estudos mais criteriosos, pois no ensaio físico-mecânico para análise da resistência a compressão axial simples dos tijolos solo-cimento foram obtidos resultados divergentes. Isto pode ter sido ocasionado pela ausência de propriedades plásticas no resíduo, visto que esses componentes têm uma grande importância no comportamento mecânico do tijolo solo-cimento, garantindo a coesão necessária para os tijolos.

Pode-se destacar que nos ensaios de absorção de água verificaram-se bons resultados de três dos quatro traços analisados O que demonstra que mesmo com

altos valores de substituição do solo pelo resíduo, o tijolo solo-cimento não absorve grandes quantidades de água, o que é um indicador muito importante, pois a penetração de água por absorção pode levar o material a várias patologias.

Deste modo, conclui-se que a utilização do resíduo de cerâmica vermelha na confecção do tijolo ecológico pode ser uma prática viável visto que, o tijolo ecológico é um componente para alvenaria com menor impacto ambiental que os tijolos tradicionais, e devem ser estudados valores de adição ótima para análise da melhor porcentagem de substituição, para conferir ao tijolo boa resistência à compressão em equilíbrio com os resultados de absorção.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6022: informação e documentação: artigo em publicação periódica científica impressa: apresentação. Rio de Janeiro, 2003 a.

_____. NBR 6459. Determinação do Limite de Liquidez. Rio de Janeiro, 1984.

_____. NBR 7180. Solo - Determinação do Limite de Plasticidade. Rio de Janeiro, 1984.

_____. NBR 7181. Solo – Ensaio de Compactação. Rio de Janeiro, 1986.

_____. NBR 8491. Tijolo de solo-cimento — Requisitos. Rio de Janeiro, 2012.

_____. NBR 10004. Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro. p 3-71. 2004.

_____. NBR 10007. Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

_____. NBR 10833. Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica – Procedimento. Rio de Janeiro, 2013.

_____. NBR 10836. Bloco de solo-cimento sem função estrutural — Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água — Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2013.

_____. NBR 13554. Solo-cimento — Ensaio de durabilidade por molhagem e secagem — Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2012.

RESIDUE OF CERAMICS IN RED REUTILIZATION MANUFACTURE OF ECOLOGICAL BRICKS

ABSTRACT

Among the various types of waste that are generated in industries, waste from the building stand out, that during the execution of their activities generate a large amount of construction and demolition waste - RCD. The incorrect disposal of waste pollutes the environment, and the loss of this material that could be returned as a recycled aggregate for the manufacture of other materials, another benefit of reuse of waste is a considerable reduction in the extraction of raw materials in quarries, for manufacturing of materials for the construction industry. This work was reused the red ceramic waste for the production of ecological hollow brick without structural function, the residue used is derived from ceramic industries and is generated due to losses from failures in product quality. Thus, this work were manufactured with replacement bricks soil by red ceramic residue in proportions by volume of 0%, 15%, 30% and 45%. After the making of the bricks, they were characterized by physical-mechanical tests. The results of the tests demonstrate that bricks made of ceramic red residue achieved good results for water absorption tests. But in compressive strength testing the bricks did not obtain the values required by the standard.

Keywords: Residue. Red pottery. Ecologic brick.