

Avaliação de Tijolos Ecológicos Produzidos a Partir de Resíduo de Cerâmica Vermelha e Condição de Altas Temperaturas

I. F. Guimarães¹; J. F. Dutra²; P. G. Lanes³; F. M. Dias⁴; F. G. F. Fernandes⁵

Estudante de Graduação¹²³, Professor de Graduação⁴⁵

Centro Universitário do Leste de Minas Gerais – UNILESTE

Rua Lorena, 06, Bloco B2 Ap. 302, Caravelas, Ipatinga M.G. 35164-268¹

beelag1@hotmail.com¹

RESUMO

O presente trabalho consiste no estudo das propriedades mecânicas e tecnológicas de tijolos solo cimento formulados a partir do reaproveitamento de resíduos gerados pelo setor ceramista. O objetivo da pesquisa é obter tijolos solo cimento que apresentem uma alternativa viável para construção em alvenaria, melhor desempenho quando submetidos a situações de altas temperaturas, apresentando menor custo e aumentando a vida útil do produto. Foram analisadas as características físicas do resíduo de cerâmica vermelha e formulados tijolos com variações de solo e resíduo. As propriedades analisadas apresentaram um bom nível de absorção de água e uma variação na resistência dos tijolos prensados a cru. Os tijolos submetidos a altas temperaturas apresentaram perda de resistência devido à alta retração, porém não tiveram sua ruptura total e imediata, permitindo que a estrutura se mantivesse estável por mais tempo. Os resultados obtidos permitiram observar que a utilização do resíduo é uma alternativa viável.

Palavras-chave: Cerâmica Vermelha, Resíduos, Resistência.

INTRODUÇÃO

Resíduos são gerados em todos os setores industriais. Isso tem estimulado pesquisas que visem o reaproveitamento destes resíduos, transformando-os em subprodutos para diversas aplicações, entre elas, o retorno ao processo gerador do resíduo ou na fabricação de produtos ou materiais para as diversas áreas da atividade humana.

O setor civil vem buscando meios de reduzir os impactos gerados por suas atividades. O setor cerâmico segundo Santana *et al.* (2013) que corresponde às olarias é responsável por elevadas emissões de gases na atmosfera, oriunda da queima de seus produtos e devido à extração de matéria prima da natureza sem processo de restauração da mesma.

A seguinte pesquisa visa à produção de tijolos solo-cimento beneficiados pelo resíduo da cerâmica vermelha, como forma alternativa de produção de tijolos ecologicamente corretos, contribuindo para a redução de impactos que o meio ambiente sofre com essas atividades, visando reduzir drasticamente o descarte de resíduos que não seriam utilizados. Busca-se obter resultados com uma fração dos tijolos, que forem elevados a altas temperaturas, uma resistência elevada frente aos tijolos de cura convencional.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho é de natureza experimental através de ensaios realizados com amostras de tijolos preparados em laboratório. Nos estudos feitos, observa-se que a substituição de porcentagens de resíduo acima de 50% ocasiona perda de resistência, portanto serão adotadas porcentagens de 0%,15%,30% e 45%. O traço estabelecido para a pesquisa será de 1:10, seguindo a referência da ABCP (2010).

Os tijolos solo-cimento fabricados utilizando o resíduo serão analisados com objetivo de verificar se apresentam melhor resistência. Quando submetidos a altas temperaturas, será observado como os tijolos se apresentaram em relação a uma elevação de temperatura similar a situações de incêndio.

Realizaram-se ainda os ensaios de compressão, tanto nos tijolos ecológicos quanto no tijolo convencional com objetivo de caracterizar suas propriedades físicas e mecânicas e verificar a eficiência do uso de resíduos em massa cerâmica.

Materiais

Serão utilizados resíduos obtidos do descarte de blocos cerâmicos coletados na empresa Cear Cerâmica localizada em Ipatinga- MG. As amostras de solo serão adquiridas no Centro Universitário do Leste de Minas Gerais.

O cimento utilizado será o CPIII - RS40 por ser o mais utilizado na região do Vale do Aço e a água de amassamento mais adequada será água potável, pois a água deve ser isenta de matéria orgânica e impurezas.

Observa-se na tabela 1 a quantidade em (Kg) de cada componente que será utilizado na fabricação do tijolo.

Tabela 1: Quantidade de material para confecção do tijolo ecológico.

Fonte: A Autora (2016).

Traço	Solo (kg)	Resíduo (kg)	Cimento (kg)
Traço1	17,8	0,00	1,70
Traço 2	14,45	2,55	1,70
Traço 3	11,90	5,10	1,70
Traço 4	9,35	7,65	1,70
TOTAL	51,80	15,30	6,80

Métodos

Para a caracterização física do solo e do resíduo serão realizados os seguintes ensaios:

- ✓ NBR 7181 (1984) Análise Granulométrica;
- ✓ NBR 7180 (1984) Ensaio de Limite de Plasticidade;
- ✓ NBR 7182 (1986) Ensaio de Compactação;
- ✓ DNER – ME 213 (1994) Teor de Umidade.

Agregados que apresentam granulometria abaixo de 4,75mm são considerados pela NBR 7211(2009) como agregados miúdos. Para a pesquisa em questão, serão utilizados os agregados que ficaram retidos nas seguintes peneiras: 0,15mm e fundo (Pós); 0,6 e 0,3 mm (Areias) e 1,2mm (Pedrisco) conforme o mesmo método utilizado por Barros (2012).

Definição das Misturas

Serão confeccionados tijolos com a substituição parcial do solo pelo resíduo de cerâmica vermelha. A tabela 2 apresenta as formulações em (%) das misturas.

Tabela 2: Dosagem das Misturas.

Fonte: A Autora (2016).

Composição (%)	Solo (%)	Resíduo (%)	Cimento (%)
C01	100	0	1,7
C02	85	15	1,7
C03	70	30	1,7
C04	55	45	1,7

Corpos de Prova

Serão produzidos corpos de prova e realizados dois ensaios de caracterização (resistência à compressão axial simples e absorção de água). Com objetivo de conseguir uma melhor análise de resultados, cada traço será testado três vezes por cada ensaio.

Uma fração dos corpos de prova será submetida a altas temperaturas e em seguida submetida também ao ensaio de compressão axial simples, para verificação de variação de resistência após as mudanças físicas e mecânicas que os corpos de prova sofreram.

Conformação por Extrusão

A conformação dos corpos de prova será realizada por extrusão em maromba de marca SAHARA no Laboratório de Ensaios de Materiais do UNILESTE. Os corpos de

prova serão produzidos nas dimensões 1,95x10x5 e encaixe nos furos internos de 2,25 cm de raio.

A homogeneização da massa será de forma manual e a água será adicionada aos poucos, de acordo com os resultados obtidos com os ensaios de compactação segundo a NBR 7182(1986).

A mistura será levada até a prensa manual onde realizará a prensagem, dentro dos moldes e seguindo as exigências da NBR 10833(2013). Após moldados, os tijolos serão colocados em uma área para cura, sendo mantidos úmidos.

Processo de Adição de Temperatura

Utilizando-se do forno elétrico (mufla), os corpos de prova serão submetidos a uma temperatura constante de 950°C. Como exposto por Gouveia (2008), para que todas as reações necessárias aconteçam a fim de se obter as propriedades desejadas, os corpos de prova serão mantidos em um patamar de queima de duas horas.

Ensaio

Ensaio Aplicados ao Tijolos Ecológicos

Os ensaios realizados nos corpos de prova serão os seguintes: Resistência à compressão axial simples e absorção de água.

O teste de resistência à compressão será realizado, observando as orientações da NBR 10836(2013). O ensaio será realizado nas idades de 14 e 28 dias após o processo de cura do tijolo.

O ensaio de absorção de água será realizado de acordo com a NBR 10836(2013), 28 dias após o processo de cura.

Ensaio Aplicados aos Tijolos Convencionais

Será realizado para os tijolos convencionais, o ensaio de compressão axial simples e absorção de água, com finalidade de comparação com os tijolos que serão fabricados. Os ensaios para blocos cerâmicos seguem a NBR 15270-3(2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensaio com Tijolos Convencionais

Compressão Axial Simples

No ensaio de compressão simples, feito com blocos cerâmicos de alvenaria de vedação com furos perpendiculares às faces, os três ensaios realizados apresentaram média de 2,25 Mpa. Observou-se que os blocos não atingiram a resistência adequada para utilização. A tensão de ruptura em blocos e vedação, segundo a NBR 15270(2005), para blocos com furos na horizontal deve ser maior ou igual a 1,5 Mpa, já com furos na vertical deve suportar no mínimo 3 MPa.

Absorção de Água

A média obtida dos três ensaios de absorção foi de 18,92%. Observou-se que as amostras submetidas ao ensaio de absorção de água atingiram as exigências da NBR 15270(2005) que define que o índice de absorção de água, não deve ser inferior a 8% e superior a 22%.

Ensaio com o Solo

Conforme proposto, para a caracterização física do solo, foram realizados os ensaios do Limite de Plasticidade, Teor de Umidade, Compactação e Granulometria; todos regidos pelas normas da ABNT.

O solo apresentou um índice de plasticidade de 4,7%, atendendo as exigências da NBR 10833 (2005) que determina que o índice ideal seja menor ou igual a 18%.

O ensaio de granulometria permitiu caracterizar o solo como compatível para a fabricação dos tijolos. A granulometria do solo indicou uma porcentagem de 84,64% de areia e 15,36% de argila e silte em sua composição. A fração fina do solo deve ser analisada para obter a classificação textural do solo.

Baseado na NBR 7182 (1986) o teor de umidade encontrado foi de 24,6%, que corresponde a 0,738 ml. Na confecção dos tijolos, o solo apresentou-se muito seco e optou-se, portanto, pela realização do ensaio táctil visual, ficando definida a quantidade de 2.060 ml para cada traço que seria executado.

Ensaio com Resíduo de Cerâmica Vermelha

O resíduo foi analisado granulometricamente semelhante ao solo, apresentando a maior fração de 93,94% assemelhando-se a um solo arenoso. Para a confecção dos tijolos, foi utilizado o resíduo passante na peneira de número 2.00 até o fundo, pois é semelhante ao tipo de solo utilizado segundo a NBR 7181 (1984) e NBR 10833 (2013).

Depois de realizado o ensaio de acordo com a NBR 6457 (1984), o resíduo apresentou teor de umidade igual a zero. Devido às condições apresentadas pelo resíduo, não foi possível realizar o ensaio de plasticidade, constatando, portanto, que o resíduo não é plástico.

Avaliação das Propriedades Tecnológicas

Compressão Axial Simples

Com objetivo de caracterizar mecânica e fisicamente os tijolos, os ensaios de compressão axial simples, realizados nas idades de 14 e 28 dias, apresentaram os valores médios indicados na tabela 3.

Tabela 3: Resistência média à compressão axial simples.

Fonte: A Autora (2016).

Traço	Tijolo	Resistência (MPa)	
		14 dias	28 dias
1	1	0,733	0,847
	2	0,859	0,859
	3	0,715	0,643
	Média	0,77	0,78
2	1	0,949	0,679
	2	1,364	0,829
	3	0,313	0,723
	Média	0,87	0,74
3	1	0,427	0,475
	2	0,355	0,649
	3	1,016	0,817
	Média	0,60	0,65
4	1	0,488	0,697
	2	0,668	0,493
	3	1,406	0,817
	Média	0,85	0,67

Analisando a tabela, observou-se que os valores de resistência de 14 para 28 dias, tiveram pequenas variações de aumento nos traços 01 e 03.

Apesar disso, nenhum dos traços alcançou os valores regidos pela NBR 10834 (2013), que estabelece que as amostras de 28 dias de idade devem apresentar uma média de valores de resistência maior ou igual a 2 Mpa e valores individuais, maiores ou iguais a 1,7 Mpa.

Absorção de Água

Os valores encontrados para absorção de água dos tijolos estão demonstrados na tabela 4.

Tabela 4: Teor de umidade médio dos tijolos ensaiados.

Fonte: A Autora (2016).

Traço	Tijolo	Peso seco (g)	Peso úmido (g)	Absorção (%)
1	1	1288	1350	4,81
	2	1285	1505	17,12
	3	1338	1453	8,59
	Média			10,17
2	1	1275	1557	22,12
	2	1113	1361	22,28
	3	1137	1392	22,43
	Média			22,28
3	1	1198	1376	14,86
	2	1366	1384	12,60
	3	1314	1450	10,35
	Média			12,60
4	1	1263	1382	9,42
	2	1267	1383	9,15
	3	1257	1381	9,86
	Média			9,48

O traço 02 apresentou maior média de absorção de água, não atendendo aos padrões exigidos pela NBR 10834 (2013), que define valores individuais médios $\leq 20\%$ e individuais $\leq 22\%$ aos 28 dias. Os demais traços apresentaram valores satisfatórios quando comparados aos exigidos pela norma.

Compressão Axial Simples Após Adição de Temperatura

Como proposto na pesquisa, foram produzidos tijolos, para serem submetidos ao ensaio de compressão axial simples, com objetivo de verificar variações características de resistência após as mudanças físicas e mecânicas que os corpos de prova sofreram na queima. A média dos resultados está expressa na tabela 5.

Tabela 5: Resistência à compressão axial simples após queima.

Fonte: A Autora (2016).

Traço	Tijolo	Resistência (MPa)	
		14 dias	28 dias
1	1	1,14	0,61
	2	0,72	-
	Média	0,93	0,61
2	1	0,48	0,34
	2	0,67	-
	Média	0,57	0,34
3	1	0,53	0,84
	2	-	0,29
	Média	0,53	0,56
4	1	0,64	0,39
	2	0,56	0,34
	Média	0,60	0,36

Analisando os resultados acima, de compressão após adição de temperatura, observou-se que o traço 01, teve um aumento de 0,16 Mpa na idade de 14 dias, em relação à compressão a cru. Os outros traços, tanto nas idades de 14 e 28 dias, em geral, tiveram uma queda de resistência depois de queimados. A queima pode, possivelmente, ter acelerado o processo de retração do solo, onde ele perdeu mais umidade.

CONCLUSÃO

- A escolha do resíduo para fabricação dos tijolos foi acertada, tendo em vista que reduziu a quantidade de material que seria descartado e causaria impacto sobre o meio ambiente.

- Não foi possível estudar as características mineralógicas do resíduo. Como material cerâmico, sua composição tem uma determinada porcentagem de argila, mas não foi possível caracterizar a mesma a fim de comprovar que os argilominerais

presentes em sua composição apresentassem características de boa resistência e retração linear de secagem.

- Os ensaios de absorção de água apresentaram resultados satisfatórios. Esperava-se que na mistura o resíduo absorvesse muita água, no entanto, os níveis de absorção dos tijolos mantiveram-se, em geral, dentro do que é estabelecido pela norma.

- O ensaio de resistência à compressão axial simples apresentou valores de resistência um pouco divergentes. Dos 04 traços produzidos, dois apresentaram um aumento de resistência entre as idades de 14 e 28 dias e os outros dois traços, apresentaram queda.

- Foi possível observar que quando submetidos a altas temperaturas, os tijolos mantêm uma margem de resistência eficaz, não apresentando ruptura total do material. Isso permite observar que os tijolos ecológicos produzidos são capazes de manter uma resistência característica em situações de incêndio, permitindo que a estrutura, mantenha-se estável por mais tempo, não gerando total e imediato colapso.

A pesquisa em questão, como sendo de escala laboratorial, pode ter apresentado algumas falhas no processo produtivo, mas, ainda sim, apresentou resultados que permitiram uma eficiente caracterização do solo e do resíduo.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial a Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pelos recursos financiados para a execução do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 8491: **Tijolo Solo-Cimento: Requisitos. Referências: Elaboração.** Rio de Janeiro, RJ 2012.

(2) BARROS, Henrique do Carmo. **Fabricação de tijolos prensados com agregados reciclados de telhas cerâmicas, cimento portland e cinza de casca de arroz.** Universidade Federal de Mato Grosso, 2012.

(3) GOUVEIA, Fernanda Pereira. **Efeito da incorporação de chamote (resíduo cerâmico queimado) em massas cerâmicas para a fabricação de blocos de vedação para o distrito federal-df.** Um estudo experimental. Universidade de Brasília: Faculdade de Tecnologia, 2008.

(4) MOTA, Jessica Campos Soares Silva *et al.* **Tijolo de solo-cimento: análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis.** Revista eletrônica: e-Xacta do Centro Universitário de Belo Horizonte – Uni-BH. Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 13-26, 2014. Disponível em: <www.unibh.br/revistas/exacta/>. Acesso em: 24 jun. 2015.

(5) SANTOS Ilyane dos. OLIVEIRA, Fernanda Kelly Guedes de. MARQUES, Sheyla Karolina Justino. **Avaliação das propriedades mecânicas dos tijolos ecológicos formulados com resíduos cerâmicos.** VII CONNEPI- Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. Tocantins, 2012.

Evaluation of Ecological Bricks Produced From Ceramic Residue and High Temperature Condition

ABSTRACT

The present work consists of the study of the mechanical and technological properties of soil-cement bricks formulated from the reuse of waste generated by the ceramist sector. The objective of the research is to obtain soil-cement bricks that have a viable alternative to masonry construction, better performance when subjected to conditions of high temperatures, with lower cost and increasing the useful life of the product. Had been analyzed physical characteristics of red ceramic bricks residue and made new formulas with soil and residue variations. The analyzed properties showed a good level of water absorption and variations in resistance of the pressed raw bricks. The bricks subjected to high temperatures showed loss of strength due to high retraction, but have not had its full and immediate break, allowing the structure to remain stable for a bit longer. The results allowed us observe that use of residue is a viable alternative.

Keywords: Red Ceramic, Residues, Resistance.