

TIJOLO ECOLÓGICO: UTILIZAÇÃO DE LAMA FERRUGINOSA PRESENTE NO RIO DOCE COMO MATÉRIA-PRIMA

DANNILO JÚNIOR GUIMARÃES BARBOSA^{1*}, FABRÍCIO MOURA DIAS²

¹Discente no curso de Engenharia Civil, UNILESTE, Coronel Fabriciano – MG,
danniloguimasic@gmail.com;

²Dr. Prof. em Madeiras e Ciência dos Materiais, UNILESTE, Coronel Fabriciano – MG,
fmdias2@hotmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017
8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil

RESUMO: Este trabalho objetivou estudar a utilização desta lama ferruginosa para confecção de tijolos ecológicos vazados e os submeterem aos ensaios de resistência à compressão simples e absorção de água aos 7, 14, 21 e 28 dias para verificar a viabilidade de disposição desta lama com intuito de acelerar a recuperação ambiental e a retirada da lama do leito deste rio. Para tanto, utilizou-se na composição da mistura o resíduo lama, cimento e água potável. Optou-se em adotar o traço de (1: 10), ou seja, uma fração de cimento para dez de lama ferruginosa. Os tijolos ecológicos foram obtidos com auxílio da prensa manual com dimensões do molde de (9,5 x 20 x 5) cm com dois furos de 5 cm de diâmetro. Os resultados demonstraram que ao utilizar a lama ferruginosa como matéria prima obteve-se ganhos nos valores de resistência à compressão superior a 2,0 Mpa e diminuição nos valores de absorção de água inferior a 20% aos 28 dias. Portanto, torna-se viável a utilização deste resíduo para manufatura de tijolos ecológicos para uso na construção civil, além de propiciar uma melhor disposição da lama e atribuir valor econômico para a mesma.

PALAVRAS-CHAVE: Tijolo ecológico, resistência à compressão, absorção de água, viabilidade econômica.

ECOLOGICAL BRICK: USE OF FERRUGINOUS SLUDGE PRESENT IN THE RIO DOCE AS RAW MATERIAL

ABSTRACT: The objective of this work was to study the use of this ferruginous sludge to build ecological cast bricks and to test the resistance to simple compression and water absorption at 7, 14, 21 and 28 days to verify the feasibility of disposition of this sludge in order to accelerate The environmental recovery and the removal of mud from the river bed. For this purpose, the sludge, cement and drinking water was used in the composition of the mixture. It was decided to adopt the trait of (1: 10), that is, a fraction of cement for ten ferruginous mud. The ecological bricks were obtained with the aid of the manual press with mold dimensions of (9.5 x 20 x 5) cm with two holes 5 cm in diameter. The results showed that the use of ferruginous sludge as a raw material yielded gains in compressive strength values higher than 2.0 MPa and a decrease in water absorption values of less than 20% at 28 days. Therefore, it is feasible to use this residue for the manufacture of ecological bricks for use in construction, as well as to provide a better disposal of the sludge and to assign economic value to it.

KEYWORDS: Ecological brick, compressive strength, water absorption, economic viability.

INTRODUÇÃO

O rompimento das barragens de rejeitos da Samarco em novembro de 2015, que devastou o distrito de Bento Rodrigues, é considerado o maior desastre do gênero da história mundial nos últimos 100 anos. Se for considerado o volume de rejeitos despejados de 50 a 60 milhões de metros cúbicos (m³), o acidente em Mariana (MG) equivale praticamente à soma dos outros dois maiores acontecimentos do tipo já registrados no mundo. Em termos de distância percorrida pelos rejeitos de mineração, a lama vazada da Samarco quebra outro recorde. São 600 quilômetros (km) de trajeto seguido pelo material, até o momento (OLIVEIRA, 2016).

Rejeitos são resíduos resultantes de processos de beneficiamento, a que são submetidos os minérios, visando extrair os elementos de interesse econômico. Os rejeitos, quando de granulometria fina, são denominados lama, e quando de granulometria grossa (acima de 0,074 mm), são denominados rejeitos granulares (ESPÓSITO, 2000).

Segundo Sala (2006) tijolo solo-cimento, chamado também de tijolo ecológico, é feito de uma mistura de solo, água e cimento, que depois são prensados, e podem ser utilizados em edificações maiores, mas na forma de vedação, sem função estrutural. A produção de Tijolos Ecológicos depende muito das características de suas matérias-primas a ser utilizada, daí a extrema importância das análises de caracterização dos solos (NOCITI, 2011).

No entanto, o presente trabalho consiste na confecção de tijolos ecológicos com a utilização da lama ferruginosa que vazou das barragens em Mariana e se encontra concentrado no Rio Doce, a fim de se estimar o uso mais indicado do resíduo na construção civil. Pois assim, permite limpar o Rio Doce, permitindo que a vida habite este ecossistema novamente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a confecção dos tijolos ecológicos foi adotada a substituição do solo natural pela lama ferruginosa presente no Rio Doce. O teor de cimento utilizado foi de 10% em relação ao volume total de lama. Portanto, ficou estabelecido o traço 1:10 (relação cimento-lama).

O processo de fabricação dos tijolos ecológicos (Figura 1) é bastante simples, pois consistiu na homogeneização, prensagem e endurecimento das matérias-primas pré-estabelecidas, portanto, foram procedidas as seguintes etapas:

- Preparação do solo: consistiu em coletar, destorroar e peneirar a lama ferruginosa seca na peneira de 4,8 mm;
- Preparação da mistura: adicionou-se o cimento a lama ferruginosa preparada e realizou-se a homogeneização dos materiais secos, depois, adicionou-se água e misturou-se o material até uniformizar-se a umidade do solo;
- Moldagem dos tijolos: foi realizada na prensa manual;
- Cura e armazenamento: durante os sete primeiros dias os tijolos foram mantidos úmidos por meio de sucessivas molhagens e armazenados em uma sala.

Figura 1. Etapas para fabricação dos tijolos.



A lama ferruginosa foi coletada em diversos pontos das margens do Rio Doce, na divisa de Caratinga com Santana do Paraíso, debaixo da ponte metálica, em Minas Gerais.

Produziu-se um total de 24 tijolos ecológicos vazados sendo compactados na prensa manual com as dimensões do molde de (9,5 x 20 x 5) cm com dois furos de 5 cm de diâmetro. Destes, 12 tijolos foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão simples e 12 tijolos para o ensaio de absorção de água conforme as especificações da NBR 8491 (1984).

Os ensaios de resistência à compressão e absorção de água foram realizados aos 7, 14, 21 e 28 dias para melhor monitorar o comportamento dos tijolos confeccionados. Para o ensaio de resistência à compressão foi preciso fazer o capeamento da face superior e inferior dos tijolos para que as superfícies ficassem planas, promovendo uma uniformidade de distribuição da carga de compressão aplicada nos tijolos. No ensaio de absorção de água, os tijolos foram secos em estufa durante 24 horas e depois pesados (kg), posteriormente foram colocados dentro da câmara úmida num período de 24 horas, e depois, foi realizada a pesagem dos tijolos úmidos para verificar a absorção individual de cada um deles.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nos ensaios de absorção de água nos tijolos ecológicos encontram-se na Tabela 1. A NBR 8491 (1984) determina que as amostras ensaiadas devam apresentar média menor do que 20%, e os valores individuais não devem ser superiores a 22% aos 28 dias.

Tabela 1. Resultados obtidos nos ensaios de absorção de água.

Idade (dia)	Ordem	Massa do tijolo saturado (Kg)	Massa do tijolo seco (Kg)	Absorção de água (%)	Média aritmética
7	1	1,575	1,272	23,82	26,12
	2	1,454	1,154	26,00	
	3	1,463	1,138	28,56	
14	1	1,613	1,315	22,66	22,38
	2	1,565	1,270	23,22	
	3	1,625	1,340	21,27	
21	1	1,535	1,254	22,41	22,16
	2	1,555	1,274	22,05	
	3	1,513	1,240	22,02	
28	1	1,530	1,262	21,23	20,16
	2	1,510	1,255	20,31	
	3	1,518	1,276	18,96	

Nota-se uma grande absorção de água inicial (aos sete dias) que se diminuiu no intervalo de 14 e 21 dias aproximadamente 4%, tendo uma diferença positiva aos 28 dias em relação aos sete dias uma redução de quase 6% nos valores de absorção média. Entretanto, percebe-se que os resultados obtidos satisfazem os valores estabelecidos pela norma em vigência (NBR 8491, 1984).

São apresentados na Tabela 2 os resultados dos valores individuais e médios de resistência à compressão nos tijolos ecológicos obtidos nos ensaios realizados. A NBR 8491 (1984) especifica que nenhum resultado individual apresentado pode ser inferior a 1,7 MPa, e a média de todos os valores individuais menores que 2,0 MPa aos 28 dias.

Tabela 2. Resultados dos ensaios de resistência à compressão

Idade (dia)	Ordem	Carga máxima (Kgf)	Tensão máxima (MPa)	Média aritmética (MPa)
7	1	1,36	0,72	1,02
	2	2,51	1,33	
	3	1,91	1,01	
14	1	3,29	1,74	1,58
	2	3,29	1,74	
	3	2,39	1,27	
21	1	3,21	1,70	1,80
	2	3,65	1,93	
	3	3,37	1,78	
28	1	4,70	2,49	2,23
	2	3,83	2,03	
	3	4,09	2,17	

Nota-se uma pequena resistência inicial (aos sete dias) que se elevou no decorrer dos dias, tendo uma diferença positiva aos 28 dias em relação aos sete dias um aumento de 1,21 MPa nos valores de resistência média, superando os requisitos estabelecidos pela norma.

Observa-se que se utilizou resíduo de granulometria fina (lama), que se comparado com as exigências da NBR 10832 (1989) não atende, pois quase 84% da composição passaram na peneira de 0,075 mm. Porém, ao analisar a lama realizando um peneiramento a seco, percebe-se uma grande diferença se comparado com o ensaio realizado seguindo os procedimentos da norma.

O fato da lama de rejeito ser proveniente do processo de mineração, a mesma possui elementos como óxido de ferro, alumínio e silício que contribuem para aumentar a resistência à compressão e diminuir a absorção de água devido às suas propriedades particulares.

A Tabela 3 mostra a análise comparativa contendo os valores de absorção à água e a resistência à compressão em determinados intervalos de dias.

Tabela 3 – Relação entre absorção e resistência na dosagem T5

Dias	Valores médios	
	Absorção (%)	Resistência à compressão (MPa)
7	26,12	1,02
14	22,38	1,58
21	22,16	1,80
28	20,16	2,23

Percebe-se a relação existente entre os mesmos. Pode-se afirmar que a resistência está diretamente ligada à absorção, pois a partir do momento que ocorre a redução de absorção de água, tem-se o aumento da resistência à compressão, ou seja, quanto menor a absorção dos tijolos, maior a resistência.

CONCLUSÕES

Ao realizar este estudo, verificou-se a viabilidade pelo seu baixo custo de produção, pois necessita de equipamentos simples como, prensa manual ou hidráulica e peneira. Os resultados obtidos foram favoráveis quanto à utilização da lama ferruginosa como matéria-prima para confecção dos tijolos ecológicos vazados. Os valores de resistência à compressão e absorção de água satisfizeram as especificações técnicas da NBR 8491 (1984). Portanto, os resultados deste trabalho foram satisfatórios, pois propicia empregar a utilização da lama ferruginosa para confecção de tijolos ecológicos, e também possibilita uma nova alternativa de disposição da mesma sem a necessidade de retorná-la para barragem, para assim facilitar o processo de recuperação do Rio Doce.

Apesar de a lama ser classificada como fina na análise granulométrica, os elementos presentes em sua composição, como óxidos de silício, alumínio e ferro contribuíram de forma direta para que os resultados fossem satisfatórios. Ao utilizar a lama, propiciou perda de absorção de água e ganho na resistência final aos 28 dias, deixando os tijolos menos porosos, permitindo união das partículas e também a interação do cimento com a mesma de forma eficiente.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pelo apoio financeiro concedido ao longo deste estudo.

Ao Senhor Deus e a todos que contribuíram de forma direta e indireta para esta concretização, muito obrigado.

REFERÊNCIAS

- ABCP. Associação Brasileira de Cimento Portland. Dosagem das misturas de solo-cimento: Normas de dosagem e métodos de ensaios. 2004. 63 f. São Paulo, 2004.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6457: Amostras de solo: Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986. 9 f.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8491: Tijolo maciço de solo-cimento Rio de Janeiro, 1984. 4 f.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8492: Tijolo maciço de solo-cimento - Determinação da resistência à compressão e absorção de água. Rio de Janeiro, 1984. 5 f.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10832: Fabricação de tijolo maciço de solo-cimento com utilização da prensa manual. Rio de Janeiro, 1989. 3 f.
- Espósito, T. J. Metodologia probabilística e observacional aplicada a barragens de rejeito construídas por aterro hidráulico. 394 f. Tese (Doutorado em Geotécnica). Universidade de Brasília, 2000.
- Nociti, D. M. Aproveitamento de rejeitos oriundos da extração de minério de ferro na fabricação de cerâmicas vermelhas. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011.
- EBC. Agência Brasil. 2016. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-01/desastre-em-mariana-e-o-maior-acidente-mundial-com-barragens-em-100-anos>. Acesso em: 17 abr. 2017.