



AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS TIJOLOS ECOLÓGICOS FORMULADOS COM RESÍDUOS CERÂMICOS

Kellyane dos Santos¹, Fernanda Kelly Guedes de Oliveira¹, Sheyla Karolina Justino Marques²

¹Estudantes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas –IFAL. Bolsistas do CNPq. e-mail: kellyane_santos@hotmail.com

²Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais-UFRN. e-mail: sheyla_karolina@hotmail.com

Resumo: O presente trabalho consiste no estudo das características e propriedades tecnológicas de tijolos solo-cimento formulados a partir de misturas binárias e ternárias de cimento Portland, areia, água, com e sem adição de resíduo de construção e demolição (RCD), com o objetivo de melhorar seu desempenho e diminuir seu custo utilizando o resíduo e aumentando sua vida útil. Os tijolos de solo-cimento constituem uma das alternativas para a construção em alvenaria. Esses elementos, 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 à quantidade de cimento empregada. O solo cimento é o material resultante da mistura homogênea, compactada e curada de solo, cimento e água em proporções adequadas. O produto resultante deste processo é um material com boa resistência à compressão, bom índice de impermeabilidade, baixo índice de retração volumétrica e boa durabilidade. O solo é o componente mais utilizado para a obtenção do solo-cimento. Para a determinação da mistura ótima, estudou-se a inclusão de teores de resíduos diferenciados (10%; 15%; 20%; e 25%), na produção dos tijolos foram realizados ensaios com, 07 e 14 dias (período de cura), onde foram confeccionados 18 corpos-de-prova para cada formulação. A avaliação dos tijolos confeccionados foi feita a partir de ensaios de compressão simples, perda de massa por imersão, durabilidade e absorção de água.

Palavras-chave: Resíduo Cerâmico, Resistência, Solo-cimento

1. INTRODUÇÃO

A execução de unidades habitacionais consiste numa importante área de atuação da engenharia civil, toda nova edificação produz impactos, sejam ambientais, sociais ou econômicos, levando em consideração que grandes mudanças ocasionadas pela construção civil interferem na sociedade em virtude da implantação de novas edificações.

Algumas medidas podem ser tomadas de forma a evitar ou minimizar os impactos gerados por construções. Podemos utilizar novos materiais ou simplesmente organizar o canteiro de obras para que os resíduos da construção sejam menores e não tenham um grande impacto.

Os profissionais preocupados com os recursos naturais finitos procuram com interesses um sistema construtivo eficiente, com materiais e técnicas construtivas que minimizem os impactos ambientais ocasionados pela construção.

A construção civil é uma atividade executada com a finalidade de atender às demandas básicas de moradia e prover instalações para o desenvolvimento de atividades produtivas.

Na construção de casas populares, o uso de tijolos de solo-cimento, também conhecidos como tijolos ecológicos, é bastante difundido pela vantagem da sua rápida fabricação no próprio canteiro de obras, a mão-de-obra para operar os equipamentos não precisa ser especializada, podendo ser confeccionados pela própria comunidade, propiciando um custo-benefício bem mais satisfatório.

Este material de construção vem suprir boa parte das necessidades de instalações econômicas na maioria das regiões rurais e suburbana no Brasil.



O solo-cimento é o material resultante da mistura homogênea, compactada e curada de solo, cimento e água em proporções adequadas.

O solo é uma grande evolução dos materiais de construção do passado, como o barro e a taipa, sendo que, as colas naturais de características muito variáveis foram submetidas por um produto industrializado e de qualidade controlada: o cimento, que ao se misturar com o solo torna-se um material com boa resistência à compressão, bom índice de impermeabilidade, baixo índice de retração volumétrica e boa durabilidade.

Para prover as necessidades do mundo moderno é imprescindível um aumento de produção que contribui para uma maior quantidade de resíduo, que nem sempre têm um destino ecologicamente adequado. O reaproveitamento dos resíduos cerâmicos vem a ser bastante oportuno, do ponto de vista ambiental, por se tratar um material que ao ser descartado de forma inadequada na natureza, provoca grandes impactos ao meio ambiente, sabendo-se que a cada três anos um hectare é poluído por eles. Portanto, a recuperação e reciclagem de resíduos têm um grande valor não só econômico como também ambiental.

Para que um produto seja aceito no mercado, sem restrições é necessário conhecer muito bem o seu comportamento físico, químico e potencial de utilização. No caso de resíduo é preciso avaliar também a possibilidade de impactos que possam ser causados por ocasião do seu beneficiamento (PERA, 1996).

Este trabalho tem como objetivo comprovar a eficiência do uso de resíduos cerâmicos, oriundos das composições binárias, na fabricação de tijolos solo-cimento, tornando o tijolo de solo-cimento-resíduo, com uma maior resistência mecânica e menor absorção de água formando-se as composições ternárias. Espera-se, portanto, que esta pesquisa propicie a utilização desse resíduo por motivos técnicos e ambientais proporcionando melhores condições de qualidade de vida.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho é de natureza experimental através da realização de avaliação dos ensaios tecnológicos sobre amostras de tijolo preparadas em laboratório.

A primeira parte do plano consiste na preparação da amostra utilizando o resíduo cerâmico até encontrar a porcentagem que obtiver melhores resultados para compor tijolo solo-cimento tendendo as especificações.

A segunda parte consistiu na fabricação do tijolo solo-cimento através do uso do resíduo, conforme é apresentado na figura a seguir (Figura 1).

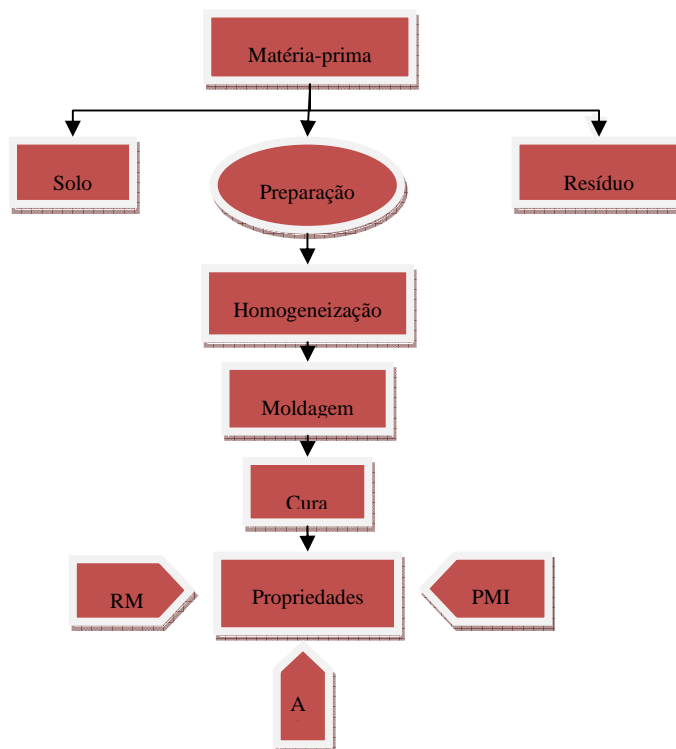


Figura 1: Esquema do procedimento experimental

A pesquisa foi desenvolvida através dos processos: matéria prima (solo,resíduo), preparação, homogeneização, moldagem, cura é propriedades.

2.1 Matéria Prima

Para desenvolvimento deste trabalho, foram utilizadas amostras de solo localizadas no próprio Instituto Federal de Educação, ciência e tecnologia de Alagoas - Campus Palmeirados Índios/AL, cimento portland e resíduo cerâmico. Essas amostras foram caracterizadas no Canteiro de Obra do Instituto de acordocom os seguintes ensaios:

- Determinação da massa específica dos grãos de solo (NBR 6508);
- Solo – determinação do limite de plasticidade (NBR 7180);
- Análise granulométrica de solos (NBR 7181);
- Resistência à compressão: (NBR 8492)
- Absorção de água: (NBR 8492)
- Perda de massa por imersão: (NBR 8492)

2.2 Mistura e Homogeneização

Para a fabricação de tijolos de solo-cimento (NBR 10832) usa-se basicamente uma mistura constituída de solo, cimento, resíduo cerâmico e água, devidamente calculada. Antes de misturar, todos os componentes passam pela peneira de 200 mm para desfazer pequenos torrões presentes nos materiais, após tal processo se adiciona aos poucos o cimento, solo, resíduo cerâmico (nas formulações que possuía esse constituinte), sendo realizada uma rigorosa homogeneização manual até adquirir uma coloração uniforme, após essa etapa foi gradualmente inserida água potável e realizada nova homogeneização, até a mistura adquirir um aspecto de farofa. Tal mistura é levada até a prensa manual onde a prensagem é feita dentro de moldes. Os



elementos fabricados são estocados em uma área para cura e mantidos úmidos por um determinado tempo inferior a 07 dias, para que não haja desidratação.

2.3 Caracterização

Os corpos-de-prova estando devidamente curados submetem-se aos seguintes ensaios de caracterização:

- (a) Resistência a Compressão (NBR 8492);
- (b) Absorção de Água (NBR 8492);
- (c) Perda de Massa por molhagem e secagem de tijolos solo-cimento;

2.4 Resistência dos Corpos de Prova

Seguindo a norma da NBR 8492, os quais prescrevem os métodos que devem ser ensaiados os tijolos maciços, os tijolos se submeteram a ensaios após 7 e 14 dias de cura. A máquina utilizada para este ensaio, foi a prensa Hidráulica

2.5 Absorção de Água

O ensaio foi realizado de acordo com a NBR-8492 onde os tijolos são secos em estufa e pesados. Em seguida, são imersos por 24 horas em água, de onde são retirados para nova pesagem e cálculo dos respectivos valores de absorção:

$$A = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100$$

Sendo:

M_1 = massa do tijolo seco em estufa;

M_2 = massa do tijolo saturado;

A = absorção de água, em porcentagem.

2.6 Perda de Massa por Imersão

Foram seguidas as diretrizes do ME 26 – IPT/BNH – Determinação de perda de massa secagem de tijolos solo-cimento – Método de ensaio. Os tijolos após seu tempo de cura são colocados na estufa, após coloca-se em um recipiente com uma cápsula que terá a função de evitar que o corpo-de-prova tenha um contato direto com o vasilha, a água será adicionada aos poucos para evitar que a força da água interfira no ensaio, tendo que estar no mínimo 1 cm acima do tijolo. O tijolo deve permanecer submerso por 24h, após esse período coletamos a porcentagem retirada do tijolo a través de uma peneira de 0,075 mm, a massa despreendida e pesada e adicionada a equação:

$$P_i = \frac{M_d \times 100}{M_o} \times 100$$

Sendo:

M_d = massa despreendida do corpo-de-prova;

M_o = massa do corpo-de-prova após estufa;

P_i = perda de massa por imersão, em porcentagem.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO



3.1 Resistência dos Corpos de Prova

A Tabela 1 apresenta a dosagem seguida da resistência à compressão da 1ª formulação. Em termos de resistência à compressão simples, todos os tijolos atenderam aos requisitos da NBR 8492 empregada para tijolos prensados de solo-cimento. Essa norma estabelece, como mínimo, o valor médio de 2,0 MPa e nenhum valor inferior a 1,7 MPa aos 7 dias de idade.

Tabela 1: Resistência à compressão dos corpos-de-prova feitos de tijolos.

Dosagem	Média da Resistência à Compressão (MPa).	
	7 dias	14 dias
86% Solo+14% cimento+10% Água	6,87	6,59
14% de cimento+ 76% de solo+ 10% de resíduo cerâmico+10% Água	5,2 MPa	7,2 MPa
14% de cimento+ 71% de solo+ 15% de resíduo cerâmico+10% Água	4,5 MPa	5,5 MPa
14% de cimento+ 66% de solo+ 20% de resíduo cerâmico+10% Água	2.98 MPa	-----
14% de cimento+ 61% de solo+ 20% de resíduo cerâmico+25% Água	3.76 MPa	-----

3.2 Absorção de Água

Verificou-se que os traços da 1ª, 2ª e 3ª da formulação, atenderam a NBR 8492, que prescreve absorção máxima de 20%. Nota-se que quanto mais resíduo cerâmico maior será a absorção de água (Tabela 2).

Tabela 2: Ensaio de Absorção de água dos corpos-de-prova.

Dosagem	Absorção de Água (%).	
	7 dias	14 dias
86% Solo+14% cimento+10% Água	16	17,31%
14% de cimento+ 76% de solo+ 10% de resíduo cerâmico+10% Água	19%	18 %
14% de cimento+ 71% de solo+ 15% de resíduo cerâmico+10% Água	20%	19%
14% de cimento+ 66% de solo+ 20% de resíduo cerâmico+10% Água	21,46%	-----
14% de cimento+ 61% de solo+ 20% de resíduo cerâmico+25% Água	20,57%	-----

3.3 Perda de Massa por Imersão

Conforme mostrado na Tabela 3 os tijolos apresentaram uma perda de massa dentro dos padrões especificados na norma, que atribui uma perda de massa para o tijolo de solo-cimento até 5%. Foi observado que os tijolos moldados com o teor máximo de resíduo obteve uma menor perda de massa.

Tabela 3: Ensaio de Perda de Massa por Imersão.

Dosagem	Perda de Massa por Imersão (%)	
	7 dias	14 dias
86% Solo+14% cimento+10% Água	0,69	0,73
14% de cimento+ 76% de solo+ 10% de resíduo cerâmico+10% Água	1,17%	3,9%
14% de cimento+ 71% de solo+ 15% de resíduo cerâmico+10% Água	2,1%	1,4%
14% de cimento+ 66% de solo+ 20% de resíduo cerâmico+10% Água	-----	-----
14% de cimento+ 61% de solo+ 20% de resíduo cerâmico+25% Água	-----	-----

6. CONCLUSÕES

Após análise e discussão dos resultados obtidos nos ensaios, conclui-se que:

A incorporação do resíduo cerâmico possibilita condições técnicas favoráveis para se produzir tijolos solo-cimento com boa qualidade e custo inferior, tendo todos os ensaios atendidos às normas com exceção da terceira e quarta formulação que no ensaio de Absorção de Água obteve resultado negativo não atendendo a norma 8492, no entanto o tijolo solo-cimento mostrando-se viável para construção civil, podendo ser produzidos em um canteiro de obras, não precisando de mão de obra qualificada.

É uma alternativa tecnicamente viável, prática e ecologicamente correta, pois contribui para a redução do volume de materiais de construção descartados na natureza, reduz a exploração dos recursos naturais e dispensa a queima na fabricação, evita o desmatamento e a emissão de gases tóxicos ao meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Nós, autores desse projeto, agradecemos solenemente ao fomento de iniciação científica do Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia - campus Palmeira dos Índios (IFAL/Pln), como também a todos os servidores e professores que nos ajudaram diretamente na obtenção de nossos resultados.

REFERÊNCIAS



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e documentação: Referências: Elaboração. Rio de Janeiro, 2002a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8492**: Tijolo maciço de solo-cimento- Determinação da resistência á compressão e da absorção de água: Referências: Elaboração. Rio de Janeiro, RJ 1984. 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8491**: Tijolo maciço de solo-cimento: Referências: Elaboração. Rio de Janeiro, RJ 1994. 4p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8492**: Fabricação de tijolo maciço de solo-cimento com a utilização de prensa manual: Referências: Elaboração. Rio de Janeiro, RJ 1989. 3p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7215**: cimento portland - Determinação da resistência á compressão. Rio de Janeiro, RJ, 1996. 8p.

BONDUKI, N. **Origens da habitação social no Brasil**. 4. ed. São Paulo: Estação Liberdade, 2004.

CARDOSO, R. **Uma introdução à história do design**. 2. ed. rev. e amp. São Paulo; Edgard Blücher, 2004.

DAY, R.A. **Como escrever e publicar um artigo científico**. 5. ed. São Paulo: Santos Editora, 2001. 275 p.

FAUSTINO, F.G.; SILVA, G. C.; ALMEIDA, I. E. A. NASCIMENTO JÚNIOR, J. B. Design de interiores em habitações populares: estudo de caso em habitações do Conjunto Mangabeira VII. *In*: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 1., 2006, Natal. **Anais ...** Natal: CEFET-RN. 1 CD-ROM.

HIROTA, E.H. **Desenvolvimento de competências para a introdução de inovações gerenciais na construção através da aprendizagem na ação**. 2001. 205p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

ME-61. Método de ensaio determinação da perda de massa por imersão de solos compactados com equipamentos miniatura: Referência: Elaboração secretaria de serviços públicos, Recife, 2003, volume 12.

PERA, J. State. *In*: **Workshop sobre reciclagem e reutilização de resíduos como materiais de construção**, 1996, São Paulo.

PISANI, M. A. J. Um material de construção de baixo impacto ambiental: o tijolo de solo-cimento. 17p.