

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO SUBMETIDOS A DIFERENTES TEMPOS DE CURA

LEANDRO Q. C. DE ALBUQUERQUE¹, GUILHERME A. BISCARO², ALESSANDRA C. DE OLIVEIRA³, LAÉRCIO A. DE CARVALHO⁴, VANDER MENDONÇA⁵

1. Graduando em Agronomia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, UEMS, Unidade Universitária de Cassilândia, fone (67) 3596-2021, email: pantaneiomemo@yahoo.com.br

2, 4, 5. Professor Adjunto, UEMS, Unidade Universitária de Cassilândia

3. Graduanda em Agronomia, UEMS, Unidade Universitária de Cassilândia

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa – PB

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência à compressão de tijolos de solo-cimento confeccionados com solo comum e confeccionados com a matéria prima do cupinzeiro, submetidos a dois diferentes tempos de cura. Também foi realizada a determinação da absorção de água. Concluiu-se que a resistência à compressão dos tijolos estudados cresceu com o aumento das idades de cura. Todos os tratamentos apresentaram bons valores de resistência à compressão para a idade de 28 dias. Os tijolos confeccionados com a matéria prima do cupinzeiro apresentam diminuição da absorção de água com o tempo (-13,5%) ao contrário dos que utilizaram solo comum (+1,2%).

PALAVRAS CHAVE: resistência a compressão, solo-cimento, ensaios físicos e mecânicos

RESISTANCE TO COMPRESSION OF CEMENT-SOIL BRICKS UNDER DIFFERENT CURE TIMES

ABSTRACT: This research had as objective to evaluate the resistance to compression of cement-soil bricks made of common soil and those made of the raw material from the termite under two different cure times. It was also accomplished the determination of water absorption. There has been concluded that the resistance to compression of the studied bricks improved with the increase of the cure ages. All treatments presented good values of resistance to compression for the age of 28 days. The bricks made of the raw material of the termite presented decrease of water absorption with time (-13,.5%) on the contrary of those that used common soil (+1,2%).

KEY-WORDS: resistance to compression; cement-soil; mechanical and physical experiments

INTRODUÇÃO: O solo-cimento é um dos tipos de estabilização mais comumente utilizados, consistindo numa mistura de solo, cimento e água, que, sob compactação a um teor de umidade ótimo e máxima densidade, forma um material estruturalmente resistente e durável, utilizado sob a forma de tijolos, blocos e paredes monolíticas (LOPES & FREIRE, 2003). Este material apresenta boa resistência à compressão, bom índice de impermeabilidade, baixo índice de retração volumétrica e boa durabilidade (HABITAR, 2004).

Morais et al. (2003) pesquisaram a resistência a compressão simples do solo-cimento plástico em função do tempo de cura. Os resultados mostraram que houve aumento da resistência em função do tempo, sendo que os ganhos consideráveis de resistência foram para períodos superiores aos 28 dias.

A avaliação da eficiência da estabilização alcançada por tijolos prensados de terra crua, adicionada ou não de aditivos, é feita, comumente, por meio de teste físico-mecânico destrutivo, tais como, ensaios de resistência à compressão simples, capacidade de absorção de água e durabilidade (GORDON et al., 1996; REN & KAGI, 1995; WALKER, 1995; WEBB, 1992).

Ferreira e Freire (2003) estudaram a combinação de métodos destrutivos e não-destrutivos associados à análise estatística para a avaliação da eficiência da estabilização do solo e da qualidade técnica de tijolos prensados de terra crua tratada com cimento, cal e silicato de sódio. Os teores de cimento e cal foram 0%, 6% e 10%, e a dosagem de silicato de sódio foi de 4% em relação ao peso seco da mistura solo-aditivo. Após moldagem, os tijolos foram submetidos à cura durante períodos de 7, 28, 56 e 90 dias. As propriedades físico-mecânicas dos tijolos foram determinadas através de testes destrutivos (resistência à compressão simples) e não-destrutivos (ensaio de ultra-som). Os resultados indicaram que as adições de 10% de cimento e 10% de cal, respectivamente para solos arenosos e argilosos, foram as que promoveram melhores resultados em termos de resistência a compressão simples.

MATERIAL E MÉTODOS: Parte da matéria-prima utilizada no experimento (solo comum e a matéria prima do cupinzeiro) foi coletada na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia, que é situada em uma zona rural distante 2,0 km da Rodovia MS 206 (no trecho Cassilândia-Chapadão do Sul, altura do km 6,4). O critério utilizado para se realizar a escolha e a mistura do solo foi baseado nas instruções e recomendações do “Guia de construções rurais a base de cimento. Fascículo 2: como usar os materiais” da Associação Brasileira de Cimento Portland e nas normas da ABNT NBR 10832/1992. O cimento foi utilizado foi do tipo Portland CII F 32

Os tratamentos ficaram assim distribuídos: o tratamento 1 (T1) e o tratamento 2 (T2) utilizaram a matéria prima do cupinzeiro e os tempos de cura de 7 e 28 dias respectivamente; o tratamento 3 (T3) e o tratamento 4 (T4) utilizaram solo comum e os tempos de cura de 7 e 28 dias respectivamente. Foram realizados os seguintes ensaios: determinação da resistência à compressão (em prensa hidráulica com precisão de 1,0 kgf) e absorção de água (de acordo com a norma técnica NBR-8492/1982).

Os ensaios de resistência à compressão simples foram realizados com os tijolos nas idades de cura de 7 e 28 dias. Em apenas 6 (seis) tijolos de cada tratamento foram realizadas as análises de absorção de água. A confecção dos tijolos de solo-cimento foi realizada em uma prensa manual de acordo também com a norma da ABNT NBR-10832/1992.

Depois de confeccionados, os tijolos entraram na chamada “fase de cura”, aonde foram molhados abundantemente com água. Isto se repetiu ininterruptamente por 07 dias (tratamentos T1 e T3) e por 28 dias (tratamentos T2 e T4). Durante esta “fase de cura”, os tijolos foram armazenados em local protegido do sol e do vento. Após isso, os tijolos foram armazenados durante 180 dias no mesmo laboratório. Este período de armazenamento foi proposto para se avaliar o comportamento dos tijolos após um longo período após a sua confecção, visando a fabricação em grande quantidade sem que houvesse a necessidade da utilização imediata.

O experimento foi montado em DIC – Delineamento Inteiramente Casualizado, em esquema fatorial 2x2, sendo analisados dois cofatores, sendo o primeiro a matéria prima base (cupim e solo comum) e o segundo o tempo de cura (7 e 28 dias). Para o principal fator avaliado que foi a resistência a compressão (MPa) foram testados 4 (quatro) tratamentos com 9 (nove) repetições cada, utilizando-se um único traço de solo-cimento 8:1 (8 partes de solo para 1 parte de cimento) e a matéria prima de cupinzeiros e solo comum para a confecção dos tijolos de solo-cimento em diferentes tempos de cura.

A análise estatística (Teste de Tukey a 5% no software STATISTICA for Windows, subprograma ANOVA/MANOVA) foi realizada apenas nos dados de resistência à compressão.

Os ensaios obedeceram às prescrições da norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR-8492/1982 denominada “Tijolo maciço de solo-cimento: determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Método de ensaio”. Para a determinação da carga de ruptura, a qual foram submetidos os tijolos, utilizou-se um equipamento denominado prensa universal para ensaios.

RESULTADOS E DISCUSSÕES: Os valores das cargas de ruptura foram obtidos para os tijolos em ensaios realizados com a prensa hidráulica com precisão 1,0 kgf. Com os valores da carga de ruptura se obtém a resistência à compressão, obtendo-se os resultados médios mostrados no Quadro 1.

Tratamento	Tempo de cura	Matéria prima	Resistência à compressão	Ganho de Resistência
	---dias---		-----MPa-----	-----%-----
T4	28	Solo-cimento (cupinzeiro)	1,68 a	46,1
T2	28	Solo-cimento (comum)	1,64 a	5,8
T1	07	Solo-cimento (comum)	1,55 a	5,8
T3	07	Solo-cimento (cupinzeiro)	1,15 b	46,1
F			18,78	

Teste de Tukey 0,05

Quadro 1. Média dos resultados de resistência a compressão dos tijolos dos tratamentos T1 a T4.

O tratamento T3 (tempo de cura de sete dias e utilizando a matéria prima do cupinzeiro) foi o que apresentou menor a resistência à compressão e foi o único a se diferenciar estatisticamente dos demais. Observando-se o Quadro 6 temos que as resistências à compressão dos tijolos de solo-cimento e de solo-cimento-cupim crescem com o aumento das idades de cura, sendo de 5,8% e 46,1%, respectivamente. Aos 7 (sete) dias de idade os tijolos de solo-cimento-cupim apresentam uma resistência à compressão 34,8% inferior a dos tijolos de solo-cimento, no entanto, para a idade de 28 dias as resistências se invertem, mostrando maiores valores para os tijolos de solo-cimento-cupim, tornando-os 2,4% mais resistentes que os de solo-cimento (ver a Figura 1).

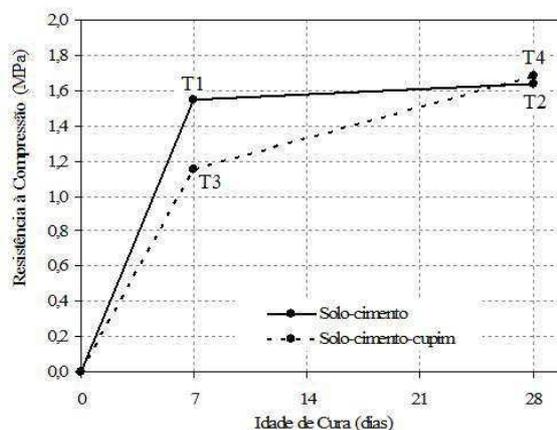


Figura 1. Curvas da resistência à compressão em função da idade de cura – tijolos de solo-cimento e de solo-cimento-cupim.

Todos os tratamentos tijolos apresentaram bons valores de resistência à compressão para a idade de 28 dias, estando dentro das faixas indicadas pela NBR-8492/1982 denominada “Tijolo maciço de solo-cimento: determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Método de ensaio”.

Os valores médios da absorção de água (AA) foram obtidos para os tijolos de acordo com a NBR-8492/1982 e são mostrados no Quadro 2. A equação para cálculo de AA é: $AA = ((mh - ms) / mh) \times 100$ (%), onde AA é absorção de água, porcentagem; ms é massa seca do tijolo, gramas e mh é massa úmida do tijolo após 24h de imersão em água, gramas.

Tratamento	ms média	mh média	AA	Varição da absorção
	-----gramas-----		-----%-----	
T1	2241,43	2606,50	16,3	+ 1,2
T2	2274,00	2648,27	16,5	
T3	2336,00	2709,23	16,0	-13,6
T4	2410,10	2748,83	14,1	

ms= massa seca do tijolo mh= massa úmida do tijolo após 24h de imersão em água

Quadro 2. Média dos valores da absorção de água (AA) em cada tratamento.

A observação do Quadro 7 mostra que os valores de absorção obtidos tanto para os tijolos de solo-cimento utilizando solo comum quanto para os de solo-cimento utilizando a matéria prima do cupinzeiro estão dentro dos limites definidos pela NBR-8492/1982, portanto atendem as exigências.

Para os tijolos de solo-cimento com o aumento da idade de cura houve um aumento de 1,2% da absorção de água, já para os tijolos de solo-cimento-cupim houve uma diminuição de 13,5%. Portanto,

os resultados foram mais positivos nos tijolos de solo-cimento-cupim, pois a diminuição da absorção com a idade, normalmente corresponde a um maior aumento da resistência à compressão.

Fazendo-se a comparação em ter a evolução da absorção e da resistência à compressão no período de 7 a 28 dias, em função da idade de cura, vemos que os tratamentos T1 e T2 tiveram um aumento de 5,8% na resistência e 1,2% na absorção de água e os tratamentos T3 e T3 tiveram um aumento de 46,1% na resistência e uma redução de 13,5% na absorção de água. Fica claro então que a menor evolução da resistência mecânica dos tijolos de solo-cimento se deu em função da não diminuição da absorção dos mesmos, com a evolução da idade de cura.

CONCLUSÕES: O tratamento T4 que utiliza a matéria prima do cupinzeiro e o tempo de cura de 28 dias foi o que apresentou maiores valores de resistência à compressão, porém não diferiu estatisticamente dos tratamentos T2 e T1; A resistência à compressão dos tijolos estudados cresceu com o aumento das idades de cura. Todos os tratamentos apresentaram bons valores de resistência à compressão para a idade de 28 dias, e juntamente com os valores de absorção de água estão dentro dos limites definidos pela NBR-8492/1982; Os tijolos confeccionados com a matéria prima do cupinzeiro apresentam diminuição da absorção de água com o tempo (-13,5%) ao contrário dos que utilizaram solo comum (+1,2%). A diminuição da absorção com a idade, normalmente corresponde a um maior aumento da resistência à compressão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND **Guia de construções rurais a base de cimento**. Fascículo 2: como usar os materiais. São Paulo, SP, sem ano, 54p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1982) NBR 8492 – **Tijolo maciço de solo-cimento: determinação da resistência à compressão e da absorção de água**. Método de ensaio. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10832 - **Fabricação de tijolo maciço de solo-cimento com utilização de prensa manual**. Rio de Janeiro, 1992. 8p.
- FERREIRA, R. C.; FREIRE, W. J. Eficiência da estabilização do solo e qualidade técnica de tijolos prensados de terra crua tratada com aditivos químicos, avaliadas pela combinação de testes destrutivos e não-destrutivos. In: XXXII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, CONBEA 2003. Goiânia, GO, 2003, 04p.
- GORDON, J. N.; PINNOCK, W. R.; MOORE, M. M. A preliminary investigation of strength development in Jamaican red mud composites. **Cement and Concrete Composites**, 18: 371-379. 1997.
- HABITAR **Tijolos de solo-cimento**. Disponível em: <<<http://www.arq.ufmg.br/habitar/sis4.html>>> acesso em 09 de maio de 2004, 17:23 h.
- LOPES, W. G. R., FREIRE, W. J. Análise comparativa de dois métodos usados para avaliar a aderência de taliscas de bambu encravadas em solo-cimento. In: XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - CONBEA 2003 Goiânia - GO, 28 de julho a 01 de agosto de 2003
- MORAES, A. S.; SEGANTINI, A. A. S.; CARVALHO, D. Resistência à compressão do solo-cimento plástico. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, CONBEA 2002. Salvador, BA, 2002, 04p.
- REN, K. B.; KAGI, D. A. Upgrading the durability of mud bricks by impregnation. **Building and Environmental**, v. 30, n.3, p.433-440, 1995.
- WALKER, P. J. Strength, durability and shrinkage characteristics of cement stabilized soil blocks. **Cement & Concrete Composites**, v. 17, p.301-310, 1995.
- WEBB, D. J. T. Lime stabilized soil blocks for third world housing. In: HILL, N., HOLMES, S., MATHER, D. **Lime and other alternative cements**. London: Intermediate Technology Publications, 1992. p. 246-257.