

DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPOS DE PRENSAS MANUAIS PARA CONFEÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS, VISANDO A SUSTENTABILIDADE DE PEQUENAS CONSTRUÇÕES RURAIS¹

Jofran Luiz de Oliveira¹, Jeremias Caetano da Silva¹, Flávio Alves Damasceno², Leidimar Freire Brandão Damasceno²

RESUMO – Em razão da grande importância da busca por materiais alternativos para serem utilizados em pequenas construções rurais, objetivou-se, com o presente estudo construir dois protótipos de prensas para confecção de tijolos ecológicos maciço e vazado; avaliar a viabilidade econômica na utilização destes protótipos; analisar as características físicas dos tijolos ecológicos; e analisar a resistência à compressão dos tijolos ecológicos com diferentes porcentagens de vermiculita. Para isto, o presente estudo foi desenvolvido em duas etapas: 1) Construção de dois protótipos de prensas para tijolos ecológicos; 2) Coleta do solo e confecção dos tijolos ecológicos com adição de diferentes porcentagens de vermiculita. Conclui-se que: o custo de fabricação final dos protótipos de prensas para tijolos ecológicos, bem como, a simplicidade de confecção das mesmas, viabiliza a utilização destas prensas para aplicação em pequenas propriedades rurais; houve diferença significativa entre as dimensões, sendo que as amostras com adição de vermiculita apresentaram tendência de maior variação das dimensões. O peso dos tijolos ecológicos com vermiculita foram significativamente menores que dos tijolos ecológicos normais; e os tijolos ecológicos com adição de vermiculita não atenderam plenamente às especificações referentes a resistência à compressão da norma brasileira.

Palavras chave: materiais alternativos, solo-cimento, sustentabilidade, vermiculita.

DEVELOPMENT OF PROTOTYPES OF MANUAL PRESSES FOR PRODUCTION OF ECOLOGICAL BRICKS, AIMING AT THE SUSTAINABILITY OF SMALL RURAL CONSTRUCTIONS

ABSTRACT – Due to the importance of the use of alternative materials in small rural buildings, it was aimed with this study: develop two prototypes of manual presses for making solid and hollow ecological bricks; assess the economic feasibility for using these prototypes; analyze the physical characteristics of the bricks; and analyze the compressive strength of ecological bricks with different percentage of vermiculite. For this reason, the present study was developed in two stages: 1) To build two prototypes of manual presses for ecological bricks; 2) Soil gathering and preparation of the the ecological bricks with different percentages of vermiculite. It was concluded that: the low cost of the final production of prototypes and the simplicity of bricks confection make these manual presses feasible for use in small farms; among samples of the same treatment there was small standard deviation between the dimensions. It was observed significant difference in dimensions between different treatments. The samples with addition of vermiculite showed tendency to stretch the dimensions. The weight of the samples with vermiculite were significantly lower than the soil-cement samples; the ecological bricks with addition of vermiculite did not fully met the specifications for the compressive strength of Brazilian standards.

Keywords: alternative materials, soil-cement, sustainability, vermiculite.

¹ Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Dep. de Engenharia Agrícola e Ambiental, Av. Júlio José de Campos, s/n, Campus Universitário de Rondonópolis, ICAT, Rodovia MT 270, Residencial Sagrada Família - Rondonópolis - MT, CEP: 78735-901, e-mail: jofranluiz@gmail.com

² Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Engenharia, Campus Universitário, Lavras, MG, CEP 37.200-000, e-mail: flavio.damasceno@deg.ufla.br



1. INTRODUÇÃO

A necessidade de preservação ambiental e a tendência de escassez dos recursos naturais fazem com que a construção civil adquira novos conceitos e soluções técnicas visando a sustentabilidade de suas atividades (Souza et al., 2006). Neste contexto, a busca por materiais e técnicas construtivas que minimizem os impactos ambientais ocasionados pela extração de matéria-prima para a fabricação de materiais de construção tem sido cada vez mais comum a cada dia.

Em vista disto, o solo tem demonstrado uma boa alternativa para as pequenas construções rurais, por existir em grande quantidade e variedade, pela facilidade de ser obtida, pelo fácil manuseio e por ser relativamente de baixo custo. Segundo Grande (2003), com a utilização racional dos recursos naturais, o resgate do uso do solo como material de construção tem se intensificado, tendo seu comportamento físico-mecânico melhorado por meio da estabilização com aglomerantes minerais, tais como a areia, gesso, vermiculita, dentre outros.

Em seu estado natural a vermiculita tem pouca aplicação prática. No entanto, depois de esfoliada ela se torna material de baixa densidade com excelentes propriedades termo-isolante e cada floco esfoliado aprisiona ar em seu interior (Lorenzon et al., 2004).

O uso dos tijolos ecológicos (solo-cimento) produzidos por meio de prensas manuais, com aplicações de técnicas simples e soluções viáveis, está em conformidade com os padrões de segurança ambiental, porque permite o desenvolvimento de componentes de sistemas construtivos com inúmeras vantagens, tais como o controle de perdas, disponibilidade de abastecimento, baixo custo e eficiência construtiva (FUNTAC, 1999).

Além das aplicações citadas acima, o tijolo ecológico é estudado em centros de pesquisas do país e do exterior, para que se promovam mais ações de seu aproveitamento e de seu potencial para uso no mercado (Rolim et al., 1999; Pissato & Soares, 2006; Souza et al., 2008; Miranda et al., 2011).

Em razão da grande importância da busca por materiais alternativos para serem utilizados em pequenas construções rurais, objetivou-se, com o presente estudo: a) construir dois protótipos de prensas para confecção de tijolos ecológicos maciço e vazado; b) avaliar a viabilidade econômica na utilização destes protótipos;

c) analisar as características físicas dos tijolos ecológicos; e d) analisar a resistência à compressão dos tijolos ecológicos com diferentes porcentagens de vermiculita.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido em duas etapas:

Na primeira etapa, construiu-se, junto ao Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) - Brasil (latitude de 16°01' S de latitude, 49°48' W de longitude, 722 m de altitude e pressão atmosférica de 929 hPa), dois protótipos de prensas de tijolos ecológicos maciço e vazados.

A construção dos dois protótipos das prensas para tijolos ecológicos utilizadas neste estudo baseou-se numa adaptação para reduzir custos de uma prensa desenvolvida na Universidade de San Carlos de Guatemala. Para isto, a etapa de construção das prensas iniciou-se pela montagem da caixa de prensagem dos tijolos. Assim, duas chapas de aço com dimensões de 250 x 100 mm foram cortadas e dobradas, sendo unidas com uma solda tipo filete formando uma caixa (Figura 1).

Em seguida, montou-se toda a estrutura da base para a caixa de prensagem, soldando-se os seguintes itens: cantoneira lateral (elemento de união entre a cantoneira base e a caixa de prensagem), cantoneira base, guia da alavanca, os pinos (elemento de apoio da alça para retirada do tijolo após sua prensagem) e encaixe do pino da tampa.

Posteriormente, foram soldadas as partes da mão francesa as três chapas de ferro com a chapa superior e o pino maciço. Assim, soldou-se também os elementos que formavam a tampa da prensa. Deste modo, primeiramente, uniu-se o apoio ao cilindro de prensagem à base através de solda filete e por último o pino maciço que prendia a tampa com a caixa de prensagem. Seguidamente, soldou-se as partes constituintes da alavanca, iniciando pelo cilindro de suporte, seguido da chapa de fixação e cilindro superior.

Depois de todas as partes unidas formando assim a prensa manual, necessitou-se fazer pequenas adaptações de regulagens de altura da alça e pino de apoio para o tipo de solo que foi utilizado para confecção dos tijolos ecológicos. Maiores detalhes sobre o projeto dos protótipos das prensas para tijolos maciços e vazados



podem ser observados na Figura 2 e encontrados em Lou Ma (1981).

Na segunda etapa, foi realizada a coleta do solo e a preparação dos tijolos ecológicos. Para isto, coletou-se amostras de solo na UFMT, numa trincheira cavada com aproximadamente 70 cm de profundidade com o auxílio de enxadão, enxada, pá e carrinho de mão. Logo em seguida, colocou-se a amostra de solo em seis sacos de 60 kg devidamente limpos.

Para caracterizar a amostra de solo coletada, uma parte da amostra foi encaminhada ao Laboratório Agroanálise, no município de Cuiabá – MT, para realizar a análise granulométrica do solo. O restante da amostra do solo foi alocado em ambiente coberto. Assim, utilizando-se uma peneira circular, realizou-se o peneiramento deste solo, retirando-se todo resíduo de matéria orgânica visível.

Uma vez concluída a fase de caracterização dos materiais, procedeu-se à fase de produção dos tijolos ecológicos. Inicialmente, mediu-se o solo peneirado com auxílio de um balde volumétrico de 10 L e adicionou-se 10% em volume de cimento Portland (CP II Z-32) ao solo peneirado.

Realizou-se manualmente a mistura seca até obter coloração uniforme. Na sequência, adicionou-se água, até que o solo ficasse com a consistência macia, considerada como ponto ideal para a prensagem dos tijolos.

Em cada prensa, confeccionou-se, um tijolo por vez, perfazendo um total de 30 tijolos ecológicos.

Com a mistura de solo-cimento, dividido-se em três partes iguais, sendo que na primeira parte foi adicionado 5% em volume de vermiculita, na segunda parte, 10% em volume de vermiculita e a terceira parte sem adição de vermiculita. Assim, prensou-se, 15 tijolos maciços e 15 tijolos vazados, sendo 5 repetições de cada tratamento como segue:

- Tijolo ecológico normal de solo-cimento maciço: TMN;
- Tijolo ecológico normal de solo-cimento vazado: TVN;
- Tijolo ecológico de solo-cimento maciço + 5% vermiculita: TMV5;

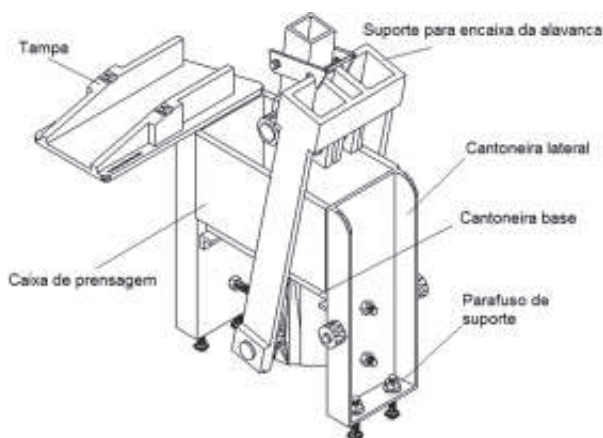


Figura 2 - Esquema em 3D do protótipo da prensa para tijolos ecológicos maciços e vazados utilizadas neste estudo (Adaptado de Lou Ma, 1981).



Figura 1 - Esquema de montagem da prensa para tijolos ecológicos: (a) caixa de prensagem e (b) mão francesa.

- d) Tijolo ecológico de solo-cimento maciço + 10% vermiculita: TMV10;
- e) Tijolo ecológico de solo-cimento vazado + 5% vermiculita: TVV5; e
- f) Tijolo ecológico de solo-cimento vazado + 10% vermiculita: TVV10;

Após a moldagem, os tijolos foram armazenados numa superfície suspensa e nivelada de madeira, em local coberto e fechado (Figura 3), conforme recomendações da NBR 10.832 (1989).

Durante sete dias realizou-se a cura úmida dos mesmos, sendo que estes permaneceram no local da moldagem. Sete dias depois da confecção, os tijolos foram transportados e armazenados no Laboratório de Materiais da UFMT, onde permaneceram até a realização dos ensaios.

O ensaio de resistência a compressão simples baseou-se na NBR 8492/1984 com utilização de chapas metálicas (260 x 140 mm) como sistema de capeamento não colado, incorporando-se também material de amortecimento para as bases do corpo de prova. As dimensões das faces de trabalho foram determinadas com uma precisão de 1 mm, sendo o corpo de prova colocado sobre o prato inferior da máquina de ensaio à compressão, entre as chapas metálicas, de maneira a ficar centrado em relação ao corpo de prova.

Para realização do ensaio de resistência a compressão, escolheu-se aleatoriamente cinco tijolos de cada tratamento, perfazendo um total de 30 tijolos. Mediu-se as dimensões de cada tijolo, com auxílio de uma régua e um paquímetro. Todos os tijolos foram



Figura 3 - Tijolos ecológicos maciços e vazados sobre a superfície de madeira.

pesados numa balança de precisão. Os ensaios de resistência a compressão foram realizados aos 7, 14 e 21 dias de idade dos tijolos.

A análise estatística foi obtida utilizando o programa computacional “SISVAR” desenvolvido por Ferreira (2000), considerando o delineamento em blocos casualizados. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Análise econômica das prensas e tijolos

Os protótipos de prensas avaliadas neste estudo demonstraram facilidade em sua construção e manuseio para prensagem dos tijolos, podendo as mesmas produzirem entre 80 a 120 tijolos/hora, dependendo da prática do operador.

O custo de produção de 1.000 tijolos ecológico maciços, sem adição de vermiculita, obteve um valor aproximado de R\$ 123,00, podendo o custo variar conforme o valor comercial do cimento, mão-de-obra, etc. Da mesma forma, o custo de produção dos tijolos ecológicos vazados foi de R\$ 142,00.

Conforme o custo médio averiguado em lojas especializadas da região de Rondonópolis - MT, cabe ressaltar que 1.000 tijolos maciços cerâmicos com as dimensões similares, custa entre R\$ 700 e R\$ 850. Assim, além da vantagem econômica na produção e utilização dos tijolos ecológicos, têm-se as vantagens ambientais, devido a não necessidade do processo de queima para a sua confecção.

Os protótipos das prensas para tijolo maciço e vazado tiveram um custo total de fabricação de aproximadamente R\$ 500,00 e R\$ 570,00, respectivamente, incluindo todo serviço de dobras das chapas de ferro, corte e serviço de soldagem. Assim, devido o custo de fabricação final das duas prensas, rapidez e simplicidade de confecção das mesmas, observou-se que é uma boa opção para o uso em pequenas propriedades rurais, já que uma prensa comercial tem o custo aproximado 7 vezes maior.

b) Avaliação das características físicas dos tijolos ecológicos

Os valores médios das principais dimensões e pesos dos tijolos ecológicos maciços e vazados fabricados



pelos dois protótipos de prensas podem ser observados na Tabela 1.

No geral, os tijolos de solo-cimento vazado têm dimensões maiores, quando comparados aos tijolos ecológicos maciços, sendo que devido as suas dimensões (Tabela 1), seriam necessários 60 tijolos para cada 1,0 m² parede construída. Cabe ressaltar que os tijolos ecológicos vazados possuem a largura de 2,5 cm maior em relação aos tijolos de solo-cimento maciços. Ademais, os tijolos ecológicos vazados possuem dois furos cilíndricos (Figura 3) que, quando utilizados numa construção, servem para a passagem rede hidráulica e elétrica, facilitando sua utilização na construção.

Na Tabela 1, pode ser observado que não houve grande variação nas dimensões dos tijolos,

principalmente quando comparados os tratamentos dos tijolos ecológicos normais (TMN e TVN) com os tratamentos dos tijolos ecológicos com adição de vermiculita (TMV5, TMV10, TVV5 e TVV10). Este fato provavelmente ocorreu devido ao aumento nas dimensões dos tijolos pela característica da vermiculita em expandir-se ao contato com água.

As maiores dimensões dos tijolos ecológicos vazados (TVV, TVV5 e TVV10) influenciaram no maior aumento em peso quando comparado com os tijolos ecológicos maciços (TMV, TMV5 e TMV10), conforme a Tabela 1. Pode-se inferir que a adição de vermiculita nos tijolos ecológicos influenciou na redução de peso, com melhores resultados nos tijolos com maior adição de vermiculita (TVV10 e TMV10).

Tabela 1 - Valores médios das principais dimensões e pesos dos tijolos maciços e vazados

Parâmetros	Valor máximo	Valor mínimo	Média	DP	CV (%)
TMN					
Largura (cm)	10,02	9,98	10,00 ^a	± 0,01	0,15
Comprimento (cm)	24,50	24,46	24,48 ^a	± 0,02	0,07
Altura (cm)	6,77	6,68	6,73 ^a	± 0,04	0,57
Peso (kg)	3,25	3,08	3,22 ^b	± 0,06	2,06
TMV5					
Largura (cm)	10,73	10,30	10,46 ^b	± 0,17	1,64
Comprimento (cm)	24,59	24,53	24,56 ^a	± 0,02	0,10
Altura (cm)	6,88	6,79	6,84 ^a	± 0,04	0,62
Peso (kg)	3,12	2,92	3,06 ^a	± 0,08	2,75
TMV10					
Largura (cm)	10,82	10,67	10,75 ^c	± 0,06	0,58
Comprimento (cm)	24,78	24,70	24,75 ^b	± 0,03	0,13
Altura (cm)	6,95	6,80	6,90 ^b	± 0,06	0,90
Peso (kg)	3,17	3,05	3,11 ^a	± 0,05	1,62
TVN					
Largura (cm)	12,77	12,71	12,74 ^d	± 0,02	0,18
Comprimento (cm)	25,00	24,96	24,98 ^c	± 0,02	0,07
Altura (cm)	6,77	6,73	6,75 ^b	± 0,01	0,21
Peso (kg)	3,79	3,66	3,73 ^d	± 0,05	1,37
TVV5					
Largura (cm)	12,88	12,79	12,84 ^c	± 0,03	0,26
Comprimento (cm)	25,80	25,40	25,60 ^d	± 0,16	0,62
Altura (cm)	6,88	6,80	6,84 ^c	± 0,04	0,52
Peso (kg)	3,63	3,28	3,54 ^c	± 0,15	4,23
TVV10					
Largura (cm)	12,97	12,85	12,92 ^e	± 0,05	0,36
Comprimento (cm)	25,90	25,83	25,86 ^e	± 0,03	0,11
Altura (cm)	6,94	6,90	6,92 ^c	± 0,02	0,24
Peso (kg)	3,57	3,54	3,55 ^c	± 0,01	0,29

As médias entre os parâmetros seguidas da letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste Scott-Knott (5%).
Nota: DP - Desvio Padrão; CV - Coeficiente de Variação.



A adição de cimento ao solo, pela maior quantidade de finos, normalmente tende a aumentar o valor do peso médio, o que de fato aconteceu para o solo utilizado neste trabalho (Tabela 1). Para os tijolos ecológicos maciços e vazados com adição de vermiculita, por exemplo, se obteve peso médio de 3,11 kg e 3,55 kg, respectivamente, enquanto para os tijolos sem adição de vermiculita, foram obtidos 3,22 kg e 3,73 kg, respectivamente.

Conforme a Figura 4, observa-se que a tendência foi de redução do peso específico com o aumento da porcentagem de vermiculita, indicando que a adição da vermiculita promoveu uma acomodação melhor das partículas na compactação do solo-cimento. Assim, a obtenção de materiais mais compactos e mais leves é vantajosa e favorável, podendo auxiliar na construção de edificações rurais, principalmente na redução de esforços na estrutura das edificações, bem como a diminuição dos custos com transporte.

c) Resistência à compressão dos tijolos ecológicos

Segundo Souza et al. (2008), a resistência à compressão dos tijolos ecológicos é uma propriedade das mais importantes, pois está diretamente relacionada com o desempenho das paredes de uma edificação.

Na Figura 5 está representado, o resultado de resistência média à compressão dos tijolos ecológicos

maciços e vazados, avaliados neste estudo, aos 7, 14 e 21 dias. Os valores médios e desvios padrões dos tratamentos TVN e TMN foram $2,56 \pm 0,38$ MPa e $1,86 \pm 0,24$ MPa, respectivamente. Observa-se que somente o tratamento TVN atendeu às prescrições da NBR 8.491 (ABNT, 1984), em que esta norma prescreve um valor médio de no mínimo 2,0 MPa aos 7 dias. Durante o período avaliado, TVN e TMN apresentaram grandes variações em relação aos outros tratamentos testados com adição de vermiculita. Nos tratamentos sem adição de vermiculita (TVN e TMN), conforme pode ser observado pela Figura 5, é provável que a resistência do solo-cimento continue aumentando após a idade de 21 dias indicando, para trabalhos futuros, a necessidade de se avaliar o comportamento do material com idades de cura superiores. Comportamento semelhante foi observado por Segantini (2000) no caso do solo-cimento plástico, sem adição de resíduos. Assim, esta característica de aumento da resistência ao longo do tempo parece estar associada às características do solo utilizado e não de uma possível reatividade do resíduo, como se poderia pensar.

De modo geral, observa-se que a adição de vermiculita aos tijolos de solo-cimento promoveu a redução nos valores de resistência a compressão simples do material, tanto nos tijolos maciços como nos tijolos ecológicos vazados. Deste modo, pode-se observar

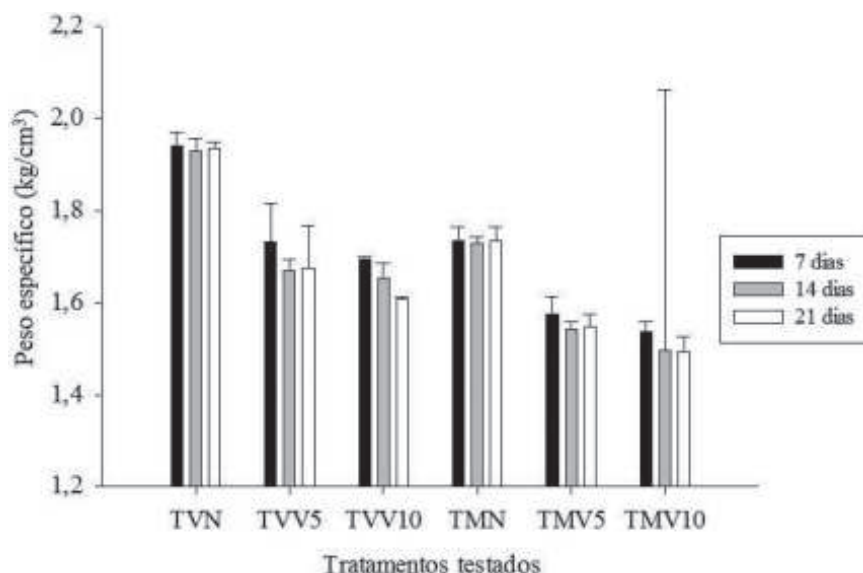


Figura 4 - Peso específico (kg/cm^3) dos tijolos ecológicos maciços e vazados aos 7, 14 e 21 dias.



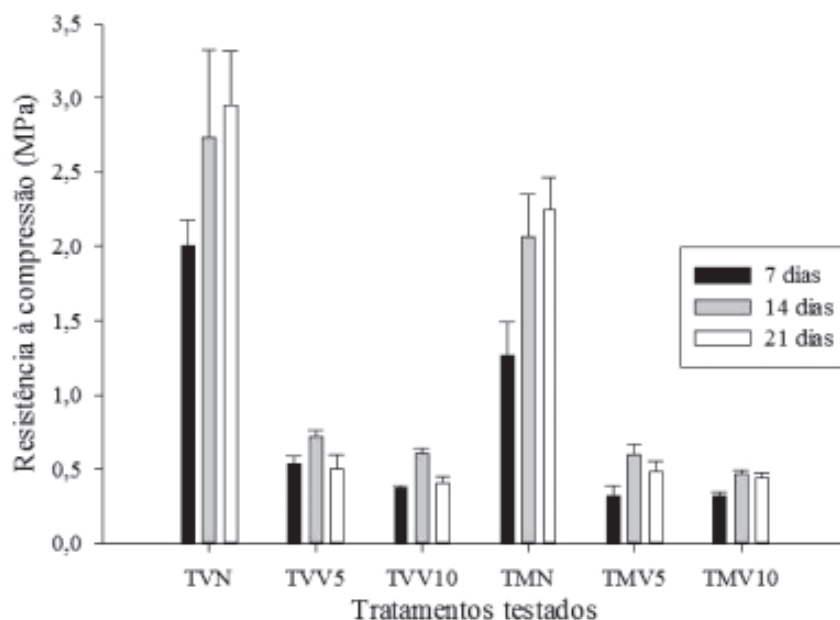


Figura 5 - Resistência à compressão (MPa) dos tijolos ecológicos maciços e vazados aos 7, 14 e 21 dias.

que a adição da vermiculita à composição dos tijolos ecológicos não apresentou vantagens na resistência para esse tipo de solo. A confirmação desse fato, no entanto, requer a realização de ensaios com outros tipos de solos com diferentes relações de solo-cimento e adição de porcentagem de vermiculita inferiores e superiores aos pesquisados neste trabalho. Além disto, uma avaliação da influência do custo da vermiculita na composição do material deve ser realizada.

Em experiências anteriores, Segantini (2000) e Ferraz (2004) notaram que a resistência do solo-cimento, confeccionado com o solo A4, aumentava de forma considerável ao longo do tempo, razão pela qual neste trabalho, além dos sete dias, foram também realizados ensaios aos 14 e 21 dias.

Machado e Araújo (2014) avaliando a viabilidade técnica do uso conjunto de solo, resíduos da construção civil e o lodo de Estação de Tratamento de Água (ETA) na confecção de tijolos solo-cimento, concluíram que os valores de resistência à compressão obtidos também não atenderam a norma brasileira. Este autores recomendam a utilização de um solo com uma porcentagem maior de silte e argila para obter uma melhor compressão dos tijolos e a utilização do lodo de ETA totalmente seco.

Miranda et al. (2011) avaliando o potencial do grits (resíduo sólido de características arenosas e coloração acinzentada) na fabricação de tijolos de solo-cimento, concluíram que, em relação à resistência à compressão, aos 28 dias, os tijolos de solo-cimento com grits apresentaram valores médios superiores ao estabelecido pela normalização.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados, pode-se concluir que:

a) Observando o custo de fabricação final dos protótipos de prensas para tijolos ecológicos maciços e vazados, bem como, a rapidez e simplicidade de confecção das mesmas, o seu uso pode ser considerado uma boa opção para aplicação em pequenas propriedades rurais, sendo que o custo de uma prensa manual comercial ser 7 vezes maior;

b) Os prototipos produziram tijolos semelhantes entre os tratamentos, no entanto observou-se que com a adição de vermiculita, as dimensões dos tijolos ecológicos apresentaram tendência de alongamento. Com relação ao peso, observou-se que a adição de vermiculita proporcionou diminuição significativa no peso dos blocos, o que por sua vez ocasiona menor esforço sobre a estrutura da edificação;



c) Os tijolos ecológicos com adição de vermiculita não atenderam plenamente às especificações referentes a resistência à compressão das normas brasileiras, mostrando haver necessidade de mais estudos: com outros tipos de solos, com outros traços (solo-cimento), e com percentuais diferentes de adição vermiculita; e

d) Este estudo não apenas apresenta o benefício ambiental na utilização de tijolos ecológicos, como também contribui com novos materiais utilizados nas Construções Rurais.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Universidade Federal de Lavras (UFLA), CAPES, CNPq, FAPEMAT e FAPEMIG pelo suporte financeiro ao projeto.

6. LITERATURA CITADA

FERRAZ, A.L.N. **Análise da adição de resíduos de argamassa de cimento em tijolos prensados de solo-cimento.** Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Ilha Solteira, SP: UNESP, 2004. 107p.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, p.255-258. 2000.

FUNDAÇÃO DE TECNOLOGIA DO ESTADO DO ACRE (FUNTAC). **Cartilha para Produção de Tijolo Solo-Cimento.** Rio Branco, 1999.

GRANDE, F.G. **Fabricação de Tijolos Modulares de Solo-Cimento por Prensagem Manual com e sem Adição de Sílica Ativa.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, SP: 2003, 165p.

LORENZON, M.C.A.; CIDREIRA, R.G.; RODRIGUES, E.H.V.; DORNELLES, M.S.; PEREIRA JR., G. Langstroth hive construction with cement-vermiculite. **Scientia Agricola**, v.61, p.573-578, 2004.

LOU MA, R. **Manual para a construcción de la CETA-RAM.** Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 1981. 52p.

MACHADO, A.O.; ARAÚJO, J.A. Avaliação de Tijolos Ecológicos Compostos por Lodo de ETA e Resíduos da Construção Civil. In: XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2014. **Anais...** Resende: p.1-15, 2014. CD-Room (Gestão do Conhecimento para a Sociedade).

MIRANDA, L.A.; ALVARENGA, R.C.S.S.; PINTO JUNIOR, P.C.M.; PAULA JÚNIOR, E.D.; CARVALHO, C.A.B.; FASSONI, D.P.; COUTO, L.G. Avaliação do potencial do grits como material de construção na produção de tijolos de solo-cimento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.6, 2011.

OLIVEIRA, M.P.; BARBOSA, N.P.; TORRES, S.M.; LEAL, A.F.; SILVA, C.G. Compósitos à base de gesso com resíduos de EVA e vermiculita. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** (Online), v.16, p.684-689, 2012.

PISSATO, E.; SOARES, L. Utilização de finos de pedra em misturas de solo-cimento: correção granulométrica de um solo argiloso. **Exacta**, São Paulo, v.4, n.1, p.143-148, 2006.

ROLIM, M.M.; FREIRE, W.J.; BERALDO, A.L. Análise comparativa da resistência à compressão simples de corpos-de-prova, tijolos e painéis de solo-cimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.1, p.89-92, 1999.

SEGANTINI, A.A.S. **Utilização de solo-cimento plástico em estacas escavadas com trado mecânico em Ilha Solteira-SP.** Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Campinas, SP: UNICAMP, 2000. 176p.

SOUZA, M.I.B.; SEGANTINI, A.A.S.; PEREIRA, J.A. Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** (Online), Campina Grande, v.12, n.2, 2008.



SOUZA, M.I.B.; SEGANTINI, A.A.S.; SANTOS, J.P.; SILVA, J.P.N. Tijolos prensados de solo-cimento com adição de resíduos de concreto. In: Encontro de Energia no Meio Rural, 2006. **Anais...** Campinas, p.6, 2006.

VIECILI, F.A. **Influência da utilização dos endurecedores superficiais cimentícios na resistência à abrasão de pisos industriais de concreto.** Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS: Escola de Engenharia, 2004. 99p.

Recebido para publicação em 10/08/2015 e aprovado em 09/12/2015.

