

## Solo-cimento: O uso da terra crua para construções mais sustentáveis

Marciano Friedrich (1), Marcos Alberto Oss Vaghetti (2) e José Mario Doleys Soares (3)

(1) Acadêmico de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFSM, Brasil. E-mail: marci.esa@gmail.com

(2) Dep. de Estruturas e Construção Civil, UFSM, Brasil. E-mail: marcos.vaghetti@ufsm.br

(3) Dep. de Estruturas e Construção Civil, UFSM, Brasil. E-mail: jmario337@gmail.com

**Resumo:** A adoção de tecnologias construtivas mais sustentáveis tem aumentado, recentemente. Pesquisas de materiais alternativos são necessárias para racionalizar o uso da matéria-prima. Inovações tecnológicas visando o emprego de materiais alternativos têm propiciado o uso do solo-cimento. No solo-cimento é possível a inclusão de materiais reciclados como resíduos de construção civil (RCC) na composição. A caracterização do solo também é desejável, pois nem todos os tipos de solos são apropriados para uso em solo-cimento. Este trabalho objetivou demonstrar resultados preliminares de resistência à compressão simples realizada em tijolos de solo-cimento e RCC apresentando o tipo de solo utilizado na confecção dos tijolos. Na manufatura foi utilizado um solo arenoso, cimento Portland CP V-ARI e RCC. Em laboratório foram realizados ensaios de compressão em tijolos de solo-cimento com diferentes traços e porcentagens de RCC. Os resultados demonstraram que maiores porcentagens de RCC resultaram em acréscimo na resistência. Foi verificado que nos diferentes traços, a porcentagem de cimento utilizada, 8% a 11 % em relação à massa, não apresentou diferenças significativas na resistência. Assim, demonstrou-se a viabilidade da utilização do solo-cimento para fabricação de tijolos que apresentaram resistências superiores a 2MPa. Demais estudos são necessários para a obtenção de resultados mais conclusivos.

**Palavras-chave:** Solo-cimento; Terra crua; Tijolos; Construções sustentáveis.

**Abstract:** The adoption of more sustainable building technologies has increased recently. Searches of alternative materials are required to rationalize the use of raw materials. Technological innovations AIMING TO USE of alternative materials have led to the use of soil - cement. In soil - cement is possible the inclusion of recycled materials as building waste (RCC) in the composition. The soil characterization is also desirable, since not all types of soils are suitable for use in soil-cement. This study aimed to demonstrate the preliminary results of unconfined compressive strength of bricks held in soil - cement and RCC presenting the type of soil used in the manufacture of bricks. In manufacturing was used sandy soil, Portland cement V-ARI and RCC. laboratory tests were conducted in compression in soil-cement bricks with different traits and percentages of RCC. The results show that higher percentages of RCC resulted in an increase in resistance. It was found that the different traits, the percentage of cement used, 8% to 11% by mass, no significant differences in resistance. Thus demonstrated the feasibility of using soil - cement brick manufacturing that showed higher resistance to 2 MPa. Other studies are needed to obtain more conclusive results.

**Keywords:** Soil - cement, Raw earth; Bricks, Sustainable buildings.

### 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil desenvolveu-se rapidamente nos últimos anos. A elevada demanda por matérias-primas tem contribuído para a escassez de alguns recursos naturais, entretanto, tem estimulado o desenvolvimento de inovações tecnológicas, tanto no desenvolvimento de técnicas construtivas, quanto em materiais alternativos para a construção, visando o emprego de matérias-primas naturais, como o uso da terra crua, e o reciclo de materiais.

Recentemente, atenção especial tem sido dada para a elevada produção de resíduos, assim como seu descarte. Em alguns casos o rejeito é disposto de forma inadequada sendo que grande parte desses

resíduos são passíveis de serem reaproveitados ou reciclados. De fato, um exemplo típico são os resíduos da construção civil (RCC) que no Brasil, assim como em outros países, anualmente milhares de toneladas são descartadas. Os RCC possuem alto potencial de serem reciclados dentro da cadeia produtiva da indústria da construção civil. Os RCC podem ser utilizados para várias finalidades, como os RCC triturados e utilizados em bases e sub-base de leitos rodoviários.

Dessa forma, pesquisas têm sido desenvolvidas objetivando o emprego de tecnologias menos agressivas a natureza, assim como o reaproveitamento e reciclagem de materiais, resultando na fabricação de produtos mais sustentáveis para a construção de edificações de baixo custo. O solo-cimento para a fabricação de produtos, como tijolos, é um material que tem ganhado destaque em vários estudos e trabalhos mais recentes.

Em 2013 foi inaugurada uma casa - protótipo – construída com tijolos de solo-cimento, a Casa Popular Eficiente, dentro do campus da Universidade Federal de Santa Maria-UFSM (Figura 1). O projeto de pesquisa é coordenado pelo professor Marcos Alberto Oss Vaghetti juntamente com outros professores da UFSM e tem como objetivo demonstrar a viabilidade de efetuar construções com materiais ecologicamente corretos, além de desenvolver outras técnicas sustentáveis, como o aproveitamento da energia solar, reaproveitamento da água da chuva, etc (VAGHETTI, M.A.O. et al, 2013).



Figura 1 - Casa Popular Eficiente, construída no campus da UFSM Santa Maria/RS  
Fonte: VAGHETTI, M.A.O. et al., 2013

Este trabalho teve como objetivo demonstrar resultados preliminares de resistência à compressão simples realizada com tijolos maciços de solo-cimento com RCC evidenciando o tipo de solo utilizado na confecção dos tijolos. Os ensaios foram efetuados no Laboratório de Materiais de Construção Civil da Universidade Federal de Santa Maria – LMCC.

## 2 O SOLO-CIMENTO

O solo-cimento é um material resultante da mistura homogênea em proporções apropriadas de solo, cimento Portland e água, compactado e após ter passado pelo processo de cura (UCHIMURA, 2006). As principais características do solo-cimento são: boa resistência à compressão, baixo índice de retração volumétrica e boa durabilidade. É necessário destacar que essas características estão intimamente ligadas aos processos de estabilização do solo-cimento.

Os processos de estabilização do solo-cimento ocorrem por meio de processos físico-químicos onde após as reações de hidratação do cimento, há a reorientação das partículas sólidas do solo. O resultado é a cimentação dos contatos intergranulares alterando relativamente à quantidade de cada uma das três fases dos constituintes do solo, sólidos, água e ar (MIELI, 2009)

Em trabalho realizado por Buriol (2002), o autor descreve que os mecanismos de estabilização dos solos com cimento são dependentes de várias características intrínsecas do solo. As principais são a granulometria e a uniformidade. Dessa forma, em solos com pouca ou nenhuma presença de argila, a cimentação é decorrente dos produtos de hidratação e hidrólise do cimento por meio de mecanismos de contato entre os grãos do solo. Em solos com granulometria uniforme, o contato entre os grãos é reduzido necessitando de maiores quantidades de cimento para que a cimentação ocorra satisfatoriamente.

Barbosa; Ghavami (2010) descrevem que os limites de liquidez e de plasticidade do solo são importantes, pois dão uma ideia inicial sobre a composição granulométrica do solo. Dessa forma, se um determinado solo apresentar um limite de liquidez (LL) maior que 55 %, pode ser um indicativo de que este apresente grande proporção de argila, não sendo apropriado, portanto, para a produção de materiais de solo-cimento. De forma semelhante, o índice de plasticidade (IP), obtido pela diferença entre o limite de liquidez e o limite de plasticidade (LP) serve de indicativo da adequação do solo para uso como matéria-prima na confecção de tijolos de solo-cimento.

Em geral, índices de plasticidade superiores a 45 % indicam que o solo não é apropriado para uso com essas finalidades. Segantini; Alcântara (2010) recomendam que o limite de liquidez seja menor que 45 % e o índice de plasticidade, inferior a 18 %. Para efetuar a determinação desses limites, recorrem-se as normas de ensaio publicadas pela ABNT. As NBR 7180 (ABNT, 1984) e a NBR 6459 (ABNT, 1984) normalizam os ensaios desses parâmetros aqui no Brasil. Assim, solos com características apropriadas podem ser utilizados na manufatura de produtos, como tijolos de solo-cimento com boas propriedades físicas e mecânicas.

## 2.1 Tijolos de Solo-Cimento

Os tijolos de solo-cimento constituem uma boa alternativa para serem empregados nas construções. Segantini; Alcântara (2010) destacam que a resistência à compressão na maioria das vezes é superior ao dos elementos fabricados com cerâmica utilizando a queima. Segundo a NBR 8491 (ABNT, 1984), a resistência média à compressão dos tijolos aos sete dias não deve ser menor que 2,0 MPa. Da mesma forma, conforme a NBR 10836 (ABNT, 1989), é recomendado que a resistência média à compressão seja superior a 2 MPa e nenhum valor individual apresente resistência inferior a 1,7 MPa aos sete dias de cura.

Em trabalho realizado por Segantini; Wada (2011) na fabricação de tijolos de solo-cimento com RCC foi constatado que para um traço com 4 % de cimento em relação à massa de solo a resistência à compressão foi superior à mínima indicada pela norma. A NBR 08492 (ABNT, 1992b), descreve os procedimentos necessários e a forma como é efetuada a determinação da resistência à compressão simples dos tijolos maciços de solo-cimento.

O processo de fabricação de tijolos de solo-cimento é relativamente simples. O sistema de fabricação pode ser manual, através de prensas manuais ou pode ser mecanizado, com o uso de prensas hidráulicas. O princípio que envolve a fabricação desses produtos é a compactação da mistura dos materiais constituintes dentro de moldes metálicos com dimensões e formas desejadas. Recentemente a produção de tijolos modulares tem sido destaque. Os principais materiais utilizados, solo em maiores proporções, água e cimento em menores quantidades, aliada a técnica simplificada de produção contribui para a redução de custos.

O menor consumo de energia na extração da matéria-prima, a dispensa de queima e a redução da exigência de transporte, já que os tijolos podem ser produzidos no local da obra, estão em consonância com o desenvolvimento sustentável (SEGANTINI; ALCÂNTARA, 2010). Os tijolos modulares também possibilitam a racionalização dos processos construtivos, uma vez que podem ser utilizadas as mesmas técnicas da alvenaria estrutural (Figura 2).



Figura 2 - Tijolos vazados de solo-cimento no formato 19,5x10x5 cm com 2 furos  
Fonte: LIMA, 2006

O uso de solo-cimento pode trazer outra vantagem em relação aos produtos de cerâmica que utilizam a queima em fornos, pela possibilidade de adição de outros componentes na mistura, como os RCC. A utilização de solo-cimento para a fabricação de tijolos modulares pode ser uma alternativa viável para a utilização dos RCC já que parte do solo pode ser substituído pelos resíduos de construção civil.

A possibilidade de incorporar outros materiais na fabricação dos tijolos como os RCC, pode ser uma alternativa de grande importância no contexto da sustentabilidade na construção civil. Segantini; Wada (2011) estudaram vários traços na produção de tijolos de solo-cimento com RCC e demonstraram que a adição de até 100 % de RCC, em relação à massa de solo, não traz prejuízos ao produto final. Essas pesquisas tem demonstrado a viabilidade da utilização dos produtos de solo-cimento nas construções.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Material

Os materiais utilizados para a elaboração deste trabalho foram os seguintes:

- Solo: foi utilizado um solo arenoso fino sendo classificado como A7-6 (Buriol, 2002).
- Água: potável, retirada do sistema de abastecimento da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM);
- Cimento: utilizou-se cimento Portland CP V-ARI, de aplicação geral, recomendado para produção de artefatos de cimento, como blocos para alvenaria, blocos para pavimentação, entre outros. Sua principal característica é a alta resistência inicial que adquire.
- RCC – Resíduos de Construção Civil: composto por resíduos de telhas e tijolos cerâmicos, concreto, argamassa, agregados, solo, além de outros como metais, que podem estar presentes nos RCC. Os RCC utilizados já triturados foram peneirados de forma a obter um diâmetro máximo de aproximadamente 4,8 mm.

#### 2.2 Métodos

Os ensaios dos tijolos maciços foram realizados no Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC) da Universidade Federal de Santa Maria. A primeira etapa do trabalho consistiu na definição de

misturas de solo:RCC, assim como os traços a serem utilizados. Foram utilizadas, além de solo natural (100%), misturas solo-RCC com 50 % e 66,67 % de RCC, em relação à massa de solo, onde se empregou traços de (cimento) 1:8 (mistura), 1:10 e 1:12, em volume, de cimento na massa. Dessa forma, a quantidade de cimento usado, em porcentagem, foi de 8 %, 9 % e 11 %. Foi estabelecido dois processos de cura, um sem e outro com cura úmida. A descrição dos traços e das misturas pode ser verificada na Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição das composições utilizadas na manufatura dos tijolos

Traços		Composição da mistura (Kg)				Composição da mistura (%)			
(1) (C : M)	(2) (S : RCC)	Solo	RCC	Cimento	Total	Solo	RCC	Cimento	Total
<b>A</b> (1 : 8)	<b>a</b> (100 : 0)	41,8	0	5,2	47	88,9	0	11	100
<b>A</b> (1 : 8)	<b>b</b> (50 : 50)	20,89	20,9	5,2	47	44,4	44,4	11	100
<b>A</b> (1 : 8)	<b>c</b> (33,3 : 66,7)	13,9	27,9	5,2	47	29,6	59,3	11	100
<b>B</b> (1 : 10)	<b>a</b> (100 : 0)	42,7	0	4,3	47	90,9	0	9	100
<b>B</b> (1 : 10)	<b>b</b> (50 : 50)	21,4	21,4	4,3	47	45,5	45,5	9	100
<b>B</b> (1 : 10)	<b>c</b> (33,3 : 66,7)	14,2	28,5	4,3	47	30,3	60,6	9	100
<b>C</b> (1 : 12)	<b>b</b> (50 : 50)	21,7	21,7	3,6	47	46,2	46,2	8	100
<b>C</b> (1 : 12)	<b>c</b> (33,3 : 66,7)	14,4	29	3,6	47	30,7	61,7	8	100

(1) = Tipos de teores de cimento, sendo: C = cimento e M = mistura; (2) = Tipos de mistura solo:RCC, onde: S = solo e RCC = RCC.

Para a determinação da umidade ótima foi feito ensaio de compactação de Proctor, de acordo com as especificações da **NBR 6457** e **NBR 7182**, com misturas de solo:RCC e um teor fixo de cimento de 10%, em relação à mistura.

Na sequência do trabalho foi efetuada a moldagem dos tijolos maciços onde se utilizou uma prensa manual. O processo de manufatura dos tijolos foi realizado conforme indicações da **NBR 8491** - Tijolo maciço de solo-cimento, e a **NBR 10832** - Fabricação de tijolo maciço de solo-cimento com a utilização de prensa manual. Os ensaios de compressão simples foram realizados aos 7 e 28 dias, seguindo as orientações da **NBR 8492**, que trata dos procedimentos para a determinação da resistência à compressão em tijolos maciços de solo-cimento.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 1 são apresentados os resultados obtidos nos ensaios de resistência à compressão. Verificou-se que quando o solo foi substituído em maior proporção por RCC, ocorreu um acréscimo na resistência. Este resultado pode estar relacionado com um aumento da porcentagem de material com granulometria maior na mistura, ou seja, maior quantidade de RCC tornou a mistura mais arenosa melhorando as qualidades do solo para ser utilizado na fabricação dos tijolos.

Os resultados de resistência média à compressão obtida nos ensaios, conforme apresentado na Tabela 2 e na Figura 3 indicam que em todas as combinações a resistência à compressão foi maior que a mínima exigida por norma. A NBR 10836 (ABNT, 1989), recomenda que a resistência média à compressão seja superior a 2 MPa e nenhum valor individual inferior a 1,7 MPa aos sete dias. Verificou-se que para a combinação de 100 % de solo natural, os valores obtidos foram superiores aos mínimos requeridos em norma evidenciando que o solo utilizado na confecção dos tijolos possui características que satisfazem as propriedades exigidas para essa finalidade.

Para maiores proporções de RCC na mistura, mais elevada foi a resistência obtida em todos os traços de cimento nas composições. Sendo assim, os resultados demonstraram que maiores quantidades de RCC na mistura contribuíram para ganho de resistência.

Resistência à compressão (MPa)								
Idade (3) (dias)	(cimento) 1: 8 (mistura)			(cimento) 1: 10 (mistura)			(cimento) 1: 12 (mistura)	
	100% (4)	50 % : 50 %	33,3 % : 66,7 %	100%	50 % : 50 %	33,3 % : 66,7 %	50% : 50 %	33,3 % : 66,7 %
	Aa	Ab	Ac	Ba	Bb	Bc	Cb	Cc
7 (SC)	2,1	4,4	4,9	3,7	4,4	4,6	4,3	5,1
	2,4	3,5	4,2	2,4	4,4	4,8	4,0	5,4
	2,0	4,1	4,9	3,0	4,8	4,8	4,5	5,6
	2,1	4,9	4,8	4,4	4,6	4,9	4,3	4,6
7 (C)	3,3	4,2	5,2	3,8	6,0	6,0	5,3	4,6
	3,8	4,2	6,1	3,8	6,2	7,2	5,4	4,6
	3,1	4,4	5,7	2,7	6,0	6,8	5,4	4,3
	3,3	5,0	6,5	3,2	6,1	7,2	5,3	4,8
28 (SC)	2,1	4,1	5,2	3,3	3,9	5,2	3,9	4,2
	1,9	4,0	4,5	3,0	3,7	4,9	3,7	4,6
	2,6	4,1	4,6	3,4	3,7	4,3	3,7	4,5
	2,3	4,3	5,1	3,9	3,9	4,6	3,9	4,1
28 (C)	2,7	5,4	5,4	3,1	5,2	7,0	5,2	4,1
	3,5	5,3	6,6	2,4	4,3	7,8	4,3	3,8
	3,0	5,0	6,3	3,1	6,9	8,8	6,9	4,2
	3,1	5,0	6,8	3,0	7,0	8,7	7,0	3,9

Quadro 1 – Quadro com os resultados de resistência à compressão obtidos nos ensaios para os diferentes traços e misturas. (3) refere-se ao processo de cura úmida, sendo SC = sem cura e C = com cura; (4) remete a mistura de solo :RCC, onde 100 % indica solo natural, 50 % : 50 % e 33,3 % : 66,7 %, proporções de solo:RCC, respectivamente.

Tabela 2 – Resumo dos resultados de resistência média à compressão e desvios padrão.

Resistência média à compressão (MPa)									
Idade (3) (dias)	Resistência (MPa) e Desvios Padrão	(cimento) 1: 8 (mistura)			(cimento) 1: 10 (mistura)			(cimento) 1: 12 (mistura)	
		100% (4)	50: 50 %	33,3 : 66,7 %	100%	50: 50 %	33,3 : 66,7 %	50: 50 %	33,3 : 66,7 %
		Aa	Ab	Ac	Ba	Bb	Bc	Cb	Cc
7 (SC)	Média	<b>2,2</b>	<b>4,2</b>	<b>4,7</b>	<b>3,4</b>	<b>4,6</b>	<b>4,8</b>	<b>4,3</b>	<b>5,2</b>
	Desvio Padrão	0,15	0,58	0,34	0,87	0,19	0,10	0,24	0,44
28 (SC)	Média	<b>2,2</b>	<b>4,1</b>	<b>4,9</b>	<b>3,4</b>	<b>3,8</b>	<b>4,7</b>	<b>3,8</b>	<b>4,4</b>
	Desvio Padrão	0,31	0,14	0,34	0,40	0,12	0,39	0,12	0,24
7 (C)	Média	<b>3,4</b>	<b>4,5</b>	<b>5,9</b>	<b>3,4</b>	<b>6,1</b>	<b>6,8</b>	<b>5,3</b>	<b>4,6</b>
	Desvio Padrão	0,30	0,36	0,58	0,53	0,11	0,57	0,07	0,21
28 (SC)	Média	<b>3,1</b>	<b>5,2</b>	<b>6,2</b>	<b>2,9</b>	<b>5,8</b>	<b>8,1</b>	<b>5,8</b>	<b>4,0</b>
	Desvio Padrão	0,33	0,22	0,61	0,32	1,30	0,87	1,30	0,19

(3) refere-se ao processo de cura úmida, sendo SC = sem cura e C = com cura; (4) remete a mistura de solo :RCC, onde 100 % indica solo natural, 50 % : 50 % e 33,3 % : 66,7 %, proporções de solo:RCC, respectiva

No que se refere ao processo de cura, conforme apresentado na Figura 3, foi possível verificar que na maior parte das composições, a resistência à compressão mais elevada ocorreu em tijolos que foram submetidos à cura úmida. Esse resultado demonstrou-se conforme o esperado, uma vez que os processos de hidratação do cimento requerem maiores quantidades de umidade ao longo de alguns dias para que as reações ocorram satisfatoriamente. Dessa forma, na maior parte dos ensaios os resultados obtidos de resistência foram mais elevados em tijolos com cura. Assim, foi possível confirmar que na maioria dos tijolos submetidos à cura úmida a resistência foi melhorada através desse processo.

Observou-se, portanto, que tanto sem quanto com cura, os tijolos apresentaram resistências superiores às exigidas pelas normas. Isso comprova que dependendo da finalidade, da maior ou menor exigência com relação à construção, pode-se efetuar a manufatura dos tijolos sem submetê-los à cura úmida. Entretanto, para finalidades ou obras mais exigentes, o processo de cura úmida contribui para aumento da resistência dos tijolos.

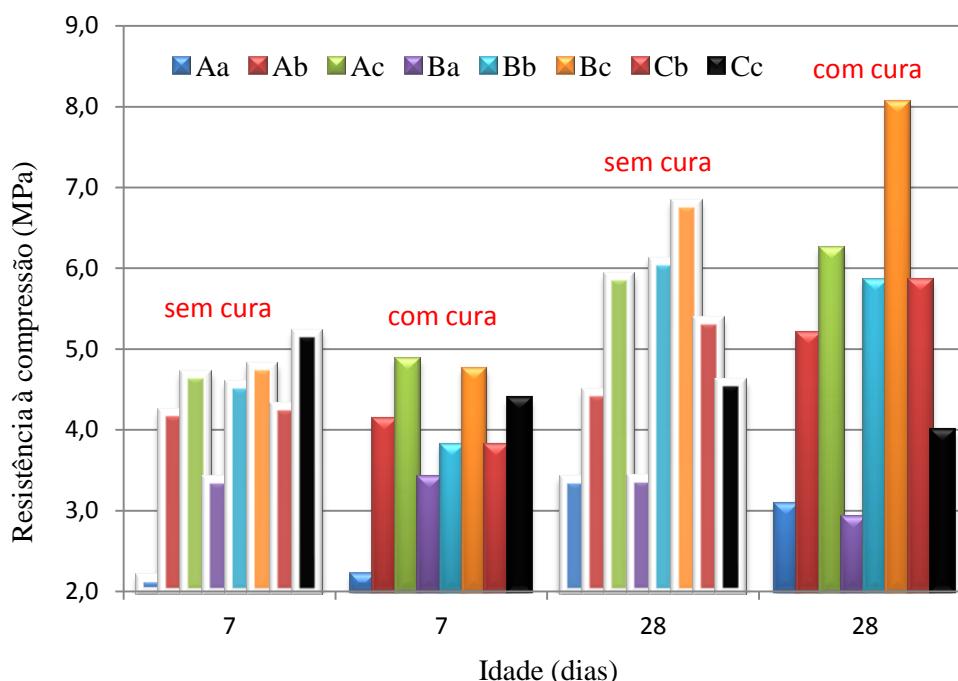


Figura 3 – Resultados de resistência média à compressão para as diferentes composições e idades para tijolos com e sem cura úmida.

Por fim, foi efetuada uma análise dos resultados referente às proporções de cimento na mistura. Conforme a Tabela 2 observou-se que para os traços com porcentagens de 8 %, 9 % e 11 % de cimento na massa, na maioria dos casos não houve grandes variações nas resistências. Foi evidenciado também que para as mesmas combinações, no que se refere à proporção de RCC na mistura, a resistência à compressão foi maior, embora tendo um teor de cimento menor na mistura. A constatação desse comportamento indica que mais estudos em relação a diferentes dosagens de cimento são necessários, já que a característica comum, em relação ao cimento Portland, é que maiores quantidades de cimento na massa proporcionam resistências mais elevadas.

Sendo assim, para um melhor entendimento das questões relacionadas com a resistência dos tijolos de solo-cimento, mais trabalhos são necessários, já que todas as análises referem-se somente aos resultados de resistência à compressão, necessitando de outros ensaios como absorção de água, retração, etc. para validar ou comprovar melhor os resultados desse trabalho.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi demonstrado que o uso do solo-cimento para a fabricação de tijolos é viável, pois os resultados foram satisfatórios podendo ser o uso da terra crua uma alternativa de baixo custo para uso nas construções. Além disso, a substituição parcial do solo por RCC nas composições proporcionou ganho de resistência.

Os resultados mais significativos de resistência à compressão obtida foram para composições com porcentagens de 66,7 % de RCC, em relação à massa de solo. Em todas as composições, a resistência média à compressão foi maior que 2 MPa superando esta que é a mínima exigida por norma.

Os diferentes teores de cimento nas misturas não propiciaram diferenças significativas no que se refere à resistência dos tijolos, sendo que em alguns casos menores quantidades de cimento na massa apresentaram resistências mais elevada.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, Rio de Janeiro. **NBR 5733** - Cimento Portland de alta resistência inicial. Rio de Janeiro, 1991EB-2. 5p

\_\_\_\_\_. **NBR 6457**: Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986a. 9p.

\_\_\_\_\_. **NBR 6459**: Solo – Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 1984c. 6p.

\_\_\_\_\_. **NBR 7180**: Solo – Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 1984d. 3p.

\_\_\_\_\_. **NBR 7182**: Solo – Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 1986. 10p.

\_\_\_\_\_. **NBR 8491**: Tijolo maciço de solo-cimento. Rio de Janeiro, 1984e. 4p.

\_\_\_\_\_. **NBR 8492**: Tijolo maciço de solo-cimento. Determinação da resistência à compressão e absorção de água. Rio de Janeiro, 1984f. 5p.

\_\_\_\_\_. **NBR 10832** - Fabricação de tijolo maciço de solo-cimento com a utilização de prensa manual. Procedimento. Rio de Janeiro, 1989. 3p.

\_\_\_\_\_. **NBR 10836** - Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural – Determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994. 2p.

BARBOSA, N. P. S; GHAVAMI. K. Terra Crua para Edificações. In: **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2010, 2ª. Ed. v.2. Cap.25.p.1565 – 1598.

BURIOL, Telmo Luiz. Caracterização de jazidas para construção de habitações populares, com solo-cimento, em Santa Maria. 2002. 139 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

BUSON, Márcio Albuquerque. Autoconstrução com tijolos prensados de solo estabilizado. Brasília: faunb, 2007. 100 p.

LIMA, Thiago Vicente. Estudo da produção de blocos de solo-cimento com matérias-primas do núcleo urbano da cidade de Campo dos Goytacazes, 2006. 107 f. Dissertação (Mestrado e Engenharia Civil) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Engenharia Civil. Campo dos Goytacazes, 2006

MIELI, Priscilla Henriques. Avaliação do Tijolo Modular de Solo-Cimento como Material na Construção Civil. Projeto de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia de Materiais, Curso de Engenharia de Materiais (DEMM/POLI/UFRJ, Engenharia de Materiais, 2009). 48p.

SEGANTINI, A. A. S; ALCÂNTARA M. A. M. Solo-cimento e Solo – Cal. In: **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2010, 2ª. Ed. v.2. Cap.27.p.864 – 891.

SEGANTINI, A. A.; WADA, H. P. Estudo de dosagem de tijolos de solo-cimento com adição de resíduos de construção e demolição. Acta Scientiarum Technology. Maringá, v. 33, n.2, p. 179-183, 2011.

UCHIMURA, M.S., **Dossiê Técnico - Solo-cimento**. Instituto de Tecnologia do Paraná, 2006. 21p.



VAGHETTI, M.A.O. et al. Casa Popular Eficiente: um benefício ambiental aliado a um custo mínimo. Santa Maria: UFSM, 2013. Relatório Parcial de Pesquisa (Protocolo GAP/CT nº 28582).

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Tecnologias Sustentáveis – GEPETECS, em especial aos alunos do curso de Engenharia Civil: Leonardo Velloso Gianni; Lucas Mazzoleni Pinto e Fernanda Duarte. Também agradecem aos técnicos do Laboratório de Materiais de Construção Civil – LMCC, em especial ao técnico Wilson Machado Tombezi pelo auxílio durante a realização dos ensaios.