

## Utilização de resíduo de demolição da construção civil em tijolos solo-cal

S. S. Figueiredo<sup>1</sup>, C. G. Silva<sup>2</sup>, I. A. Silva<sup>3</sup> & G. A. Neves<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), UFCG. Av. Aprígio Veloso 882, Bodocongó, Campina Grande, PB, CEP 58109-970. Fone: (83) 3310-1050 E-mail:suelensfigueiredo@gmail.com.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

<sup>3</sup> Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

<sup>4</sup> Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

### RESUMO

*A indústria da construção civil é uma das maiores consumidoras de recursos naturais, além de ser responsável por diversos danos ambientais causados pelos seus resíduos. Quando finamente moídos esses resíduos podem apresentar propriedades cimentantes e serem empregados em substituição à parte da cal na fabricação de tijolos solo-cal. Esta pesquisa objetivou verificar a viabilidade da utilização dos resíduos de demolição (RD) da construção civil em tijolos solo-cal sem função estrutural. Para tanto foram confeccionados corpos-de-prova utilizando o traço 1:10 em proporção de cal:solo e incorporando resíduo em substituição parcial a cal, nas proporções de 25%, 50% e 75%. Os corpos-de-prova foram submetidos a períodos de cura de 28 e 52 dias, em seguida foram determinadas as resistências à compressão simples. Os resultados obtidos mostraram que os resíduos de demolição da construção civil, quando incorporados em percentuais moderados, podem ser utilizados na produção dos tijolos solo-cal.*

Palavras-chave: tijolos solo-cal, resíduos da construção civil e resistência

### INTRODUÇÃO

A construção civil no Brasil, atualmente é responsável por cerca de 15% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, segundo Lima (2010), e com a economia em alta esse crescimento reflete-se diretamente no aquecimento da indústria da

construção. No entanto, paralelamente a esse desenvolvimento, os resíduos das construções e demolições, que chegam a mais de 50% do total de resíduos gerados no Brasil como menciona Santos (2009), também crescem.

Devido a grande quantidade de resíduos da construção civil gerados diariamente e seu alto potencial de reutilização como matéria-prima na própria cadeia produtiva da construção civil, diversos estudos e pesquisas vêm sendo realizados com o intuito de verificar a qualidade e a viabilidade em se empregar essa matéria-prima na produção de novos materiais de construção, como também solucionar os graves problemas ambientais causados pela deposição desses resíduos na natureza.

Quando finamente moídos os resíduos de construção e demolição poderão apresentar propriedades cimentantes e serem utilizados em substituição a parte do aglomerante no desenvolvimento de materiais de construção diversificados. Uma alternativa é a incorporação desses resíduos ao tijolo solo-cal, substituindo parte da cal empregada na composição do material.

O tijolo solo-cal é um material de construção composto de solo, cal e água. Possui diversas vantagens quando comparado aos materiais convencionais, por ser constituído basicamente de solo, que é um material de baixo custo, não requerer mão de obra especializada para sua confecção e possuir resistência à compressão, semelhante ao tijolo convencional. Além disso, esse tipo de tijolo não passa pelo processo de cozimento, o que também evita os impactos causados por esse processo de fabricação.

Para que os resíduos de construção e demolição deixem de ser um problema e passem a ser uma solução, a reciclagem desses materiais constitui-se na técnica mais simples e rentável em termos econômicos e sociais. Além de diminuir os volumosos montantes de entulho depositados nos diversos tipos de ambientes urbanos, a reciclagem ainda pode reduzir o custo na construção civil. A reciclagem do resíduo de construção e demolição transforma um material aparentemente sem uso, em uma fonte de matéria-prima que serve tanto para obras prediais e residenciais, como também soluciona os problemas que as municipalidades enfrentam com o gerenciamento desses resíduos (Vieira, 2003).

Todavia, a reciclagem de resíduos deve ser abordada de forma sistêmica, pois trata-se de um problema complexo com muitas variáveis. Para a aplicação de um resíduo no mercado é necessário pesquisá-lo cientificamente, conhecer seu risco de

contaminação e encontrar para ele aplicações potenciais, levando em consideração sua qualidade, limitações e aspectos técnico-econômicos que o cercam (Angulo, 2000).

Esta pesquisa teve como objetivo verificar a viabilidade da utilização de resíduos de demolição da construção civil incorporados aos tijolos solo-cal. Sendo avaliado o desempenho quanto à resistência à compressão simples (RCS) de cada composição estudada, comparativamente com os valores de referência e normas da ABNT.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados para confecção dos corpos-de-prova foram: resíduo de demolição da construção civil, proveniente de demolições no Laboratório de Solos I da UFCG/Campus I, Campina Grande; solo argiloso proveniente do Município de Lagoa Seca – PB; cal calcítica hidratada conhecida comercialmente como Carbomil, fabricada no Município de Limoeiro do Norte - CE e água potável fornecida pela concessionária local. O solo após coletado foi seco ao ar, destorroado e peneirado em peneira ABNT n<sup>o</sup> 4 (4,8 mm), o resíduo foi beneficiado e peneirado em peneira ABNT n<sup>o</sup> 200 (0,074 mm) e em seguida os materiais foram colocados em sacos plásticos, lacrados e etiquetados.

As matérias-primas utilizadas nesta pesquisa, foram submetidas ao ensaio para determinação da composição química, utilizando a espectrometria de fluorescência de raios-X (Shimadzu EDX-700).

O traço utilizado para confecção dos corpos-de-prova foi de 1:10, sendo a proporção representativa de cal : solo e cal : resíduo : solo. Foram confeccionados corpos-de-prova de referência, sem adição de resíduo e corpos-de-prova com a incorporação de 25%, 50% e 75% de resíduo de demolição (RD) em substituição a parte do aglomerante (cal), como apresentado na Tabela 1. Os corpos-de-prova foram moldados utilizando-se moldes cilíndricos, com dimensões de 5 x 10 cm (diâmetro x altura) tomando-se como referência os procedimentos estabelecidos pela norma ABNT NBR 12024/92. Foi utilizado o processo de cura úmida, onde os corpos-de-prova foram colocados em tanques, cobertos por areia úmida e submetidos a períodos de cura de 28 e 52 dias.

Tabela 1. Composições estudadas

Traço	Composição
1:10	cal + solo
	75% de cal + 25% de RD + solo
	50% de cal + 50% de RD + solo
	25% de cal + 75% de RD + solo

O fator água/aglomerante foi estabelecido com base na umidade ótima de compactação, determinada de acordo com a norma ABNT NBR 7182/86 – Ensaio de Compactação (Proctor Normal).

A influência da incorporação do resíduo de demolição da construção civil (RD) nas composições estudadas, foi avaliada através da determinação da resistência à compressão simples dos corpos-de-prova, para períodos de cura de 28 e 52 dias.

O ensaio para determinação da resistência à compressão simples (RCS) foi realizado nos corpos-de-prova seguindo as prescrições indicadas pela NBR 12025 (ABNT, 1990). A prensa utilizada foi a SHIMADZU AG-IS com célula de 100 KN.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise Química

A Tabela 2 apresenta as composições químicas do solo, da cal e do RD.

Tabela 2 – Composição química dos materiais estudados

Amostra	Composição Química (%)								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Outros Óxidos
Solo	51,43	37,08	2,06	1,09	6,51	1,03	0,13	0,56	0,11
Cal	0,92	0,48	0,37	2,27	0,23	95,53	0,11	-	0,09
RD	52,45	20,96	2,85	2,35	6,51	12,68	0,65	1,00	0,55

Analisando os resultados contidos na Tabela 2, observa-se que o solo apresenta elevados teores de sílica e alumina correspondendo a 51,43% e 37,08% respectivamente, provenientes da fração argilosa, feldspato e sílica livre. Observa-se também a presença do óxido de ferro correspondendo a 6,51%, esse óxido é o responsável por conferir cor avermelhada ao solo. Em percentuais menores 2,06% e 1,03%, o K<sub>2</sub>O e o CaO, provenientes da mica e do carbonato de cálcio.

A composição química da cal, apresentou um elevado teor de óxido de cálcio (CaO) de 95,53% e baixo teor de óxido de magnésio (MgO) de 2,27%. Os demais

componentes representam 2,2% na composição da cal, equivalente às impurezas. De acordo com essa composição, a cal utilizada nessa pesquisa classifica-se como cal calcítica.

A composição química do resíduo de demolição (RD), apresentou elevado teor de dióxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ) de 52,45%, óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) de 20,96% e o óxido de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) de 6,51% proveniente dos materiais cerâmicos e argamassas. Tendo em vista que esses óxidos representam mais de 70% da composição química do resíduo e este ainda apresenta teor de  $\text{SO}_3$  inferior a 7%, de acordo com a norma ABNT NBR 12653/92 e ASTM C 618 (1991), esse material possui composição química favorável à atividade pozolânica.

### Ensaio Tecnológicos

A Figura 1 apresenta os valores da resistência à compressão simples (RCS) dos corpos-de-prova de referência (solo-cal) e com incorporação de resíduo de demolição (RD) para os períodos de cura de 28 e 52 dias respectivamente.

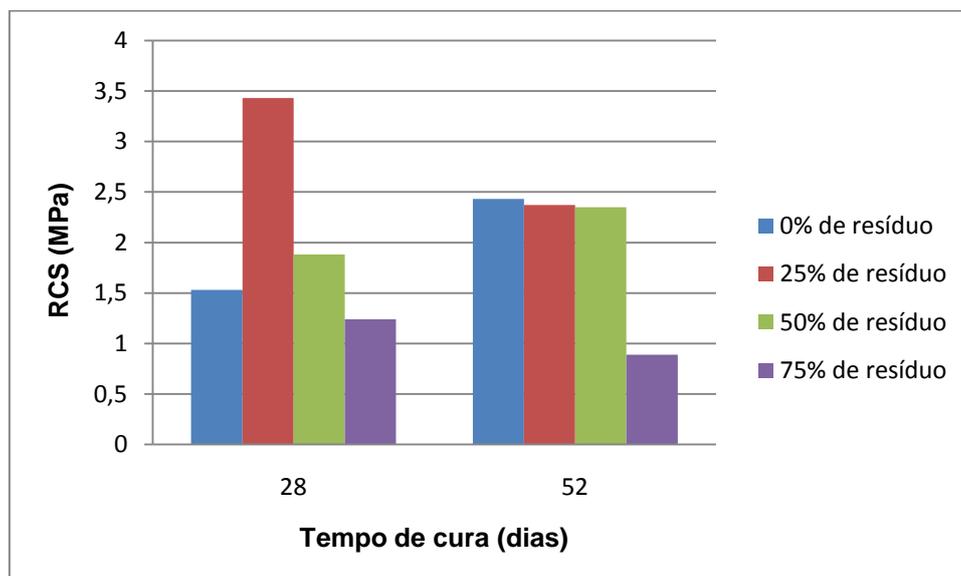


Figura 1. Resistência à compressão simples dos corpos-de-prova aos 28 e 52 dias de cura

Analisando os resultados da Figura 1, observa-se que a composição com incorporação de 25% de resíduo de demolição, aos 28 dias de cura apresentou o melhor desempenho em relação à composição de referência e às demais composições estudadas, apresentando porém uma diminuição em sua resistência

com o aumento do período de cura. A composição de referência (solo-cal) e a composição com incorporação de 50% de RD, apresentaram um aumento em sua resistência à compressão simples aos 52 dias de cura, em relação aos resultados obtidos aos 28 dias de cura. Já a composição com 75% de resíduo de demolição, apresentou resistência inferior às demais composições aos 28 dias de cura e ainda uma diminuição em sua RCS aos 52 dias de cura.

Na Tabela 3 estão apresentados os valores da resistência à compressão simples (RCS) dos corpos-de-prova de referência (solo-cal) e com incorporação de resíduo de demolição da construção civil para os períodos de cura de 28 e 52 dias respectivamente.

Tabela 3. Resistência à Compressão Simples das composições estudadas, para os períodos de cura de 28 e 52 dias

Resistência à Compressão Simples (MPa)				
Período de cura (dias)	Composição			
	Solo-cal	Solo-cal + 25% RD	Solo-cal + 50% RD	Solo-cal +75% RD
28	1,53	3,43	1,88	1,24
52	2,43	2,37	2,35	0,89

Por não haver normatização para tijolos solo-cal, tomou-se como referência para análise dos resultados apresentados na Tabela 3, a norma ABNT NBR 10834/94, que determina a resistência mínima para blocos solo-cimento sem função estrutural. De acordo com essa norma, os corpos-de-prova cilíndricos submetidos ao ensaio para determinação da resistência à compressão simples, devem apresentar resistência média superior a 2,0 MPa aos 28 dias de cura, para que o material possa ser utilizado em tijolos sem função estrutural.

Observou-se que nos corpos-de-prova de referência (solo-cal) apenas para o período de cura de 52 dias obteve-se resistência satisfatória. Na composição com incorporação de 25% de resíduo, os resultados aos 28 e 52 dias de cura apresentaram-se acima do exigido pela NBR 10834/94. A partir da incorporação de 50%, percebeu-se que houve um decréscimo na RCS proporcional ao aumento do teor de resíduo de demolição incorporado à composição, apresentando valor

superior a 2,0MPa apenas a composição solo-cal incorporada com 50% de RD aos 52 dias de cura, ficando os demais resultados abaixo do que determina a norma.

## CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos o estudo da incorporação de resíduo de demolição em tijolos solo-cal, pôde-se concluir que: a resistência à compressão simples dos corpos-de-prova aos 52 dias de cura apresentaram resultados satisfatórios, exceto para a composição solo-cal com incorporação de 75% RD; a resistência à compressão simples dos corpos-de-prova diminuiu com o aumento do teor de resíduo de demolição incorporado, sendo a composição incorporada com 25% de resíduo ao tijolo solo-cal a que obteve melhores resultados com relação ao comportamento mecânico.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao suporte financeiro das instituições da Capes.

## REFERÊNCIAS

**ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7182:** Solo – Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 1984.

**ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10834:** Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural. Rio de Janeiro, 1994.

**ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12024:** Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1992.

**ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12025:** Solo-cimento – ensaio de compressão simples de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1990.

**ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12653:** Materiais Pozolânicos – Exigências químicas e físicas. Rio de Janeiro, 1992.

**ASTM – American Society for Testing and Materials Standard Specification for coal fly ash and raw of calcined natural pozzolans for use as mineral admixtures in concrete, C-618. 1998.**

**ANGULO, S. C. Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados.** Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000. 155p.

**LIMA, R. C. O. Estudo da durabilidade de paredes monolíticas e tijolos de solo-cimento incorporados com resíduo de granito.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2010. 107p.

**SANTOS, M. P. Fabricação de solo-cimento com adição de resíduos de madeira provenientes da construção civil.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009. 108p.

**VIEIRA, G. L. Estudo do processo de corrosão sob a ação de íons cloreto em concretos obtidos a partir de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003. 150p.

## **Use of demolition residues construction in soil-lime bricks**

### **ABSTRACT**

*Besides being responsible for several environmental damage caused by its residues, the construction industry is also considered the greatest natural resources consumer. When finely ground, such residues can exhibit cementing properties, which may replace part of the lime used in the manufacture of soil-lime bricks. This study aimed to verify the viability of using demolition residues (DR) in soil-lime bricks without structural function. For this, test specimens were prepared using mixes in a 1:10 ratio of lime:soil and embedding residue in partial replacement of lime in the proportions of 25%, 50% and 75%. The test specimens were submitted to curing periods of 28 and*

*52 days, then it was determined the compression strength. The results showed that when embedded on moderate percentages, demolition residues construction can be used in the production of soil-lime bricks.*

Keywords: soil-lime bricks, construction residues and strength.