

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE BLOCOS A PARTIR DE MISTURAS DE SOLO-CIMENTO COM ADIÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Evaluation of the brick production from mixtures of soil-cement with the addition of civil construction waste

Emila Jarutais Fensterseifer, acadêmica de engenharia civil, UNIJUÍ.

emilia_fenst@hotmail.com

Diorges Carlos Lopes, professor mestre do curso de engenharia civil, UNIJUÍ.

diorges.lopes@unijui.edu.br

Milena Mori Mazzurana, acadêmica de engenharia civil, UNIJUÍ.

milena.mazzu@gmail.com

Stéfano Zuriel Buratti Viecili, acadêmico de engenharia civil, UNIJUÍ.

stefano.v01@unijui.edu.br

Resumo

Com o aumento na geração de resíduos da construção civil, a demanda por formas de reutilização dos mesmos, tem-se tornado cada vez mais frequente. Uma vez que, o emprego desse material em sistemas construtivos sustentáveis proporciona uma redução nas quantidades dos materiais que os constituem. Devido a isso, o presente artigo visa avaliar a produção de blocos de solo-cimento com a adição de resíduos da construção civil, considerando uma mistura composta pelas seguintes porcentagens de materiais: 20% de RCC, 30% de areia média, 40% de solo e 10% de cimento. Após a moldagem dos blocos e realização dos ensaios de resistência a compressão e absorção de água, foi possível perceber que, no primeiro ensaio, todos os blocos apresentaram valores superiores aos exigidos por norma. Já no ensaio de absorção de água, os blocos apresentaram índices superiores ao admitido em norma, portanto é uma característica que deverá passar por melhorias para que este método construtivo possa ser utilizado.

Palavras-chave: Sustentabilidade; RCC; Ecológico;

Abstract

The increase in the civil construction area generate an growth in the volume of resulting waste of this activity, consequently the demand for reuse forms become more frequent, because the use of this material in constructive sustainable systems growth an reduction in the constituents material quantities, as well as in the cost of the final product. Because of this,

the article aims the evaluation of the bricks production from mixtures of soil-cement with the addition of civil construction waste. Upon the moulding of the bricks and the executed of the test of compressive strength and the test of water absorption, was possible to understand that, in the first, all the bricks shows indices bigger than the required in the standards. However, in the test of water absorption, the bricks shows indices bigger than the admitted in the standards, therefore that is a characteristic that have to pass for improvements for the bricks start to being used.

Keywords: Sustainability; CCW; Ecological;

1. Introdução

Tendo em vista que, o aumento na produção do setor da construção civil gera um crescimento no volume de resíduos resultantes desta atividade, a demanda por formas de reutilização dos mesmos tem-se tornado cada vez mais frequente. Uma vez que, o emprego desse material em sistemas construtivos sustentáveis proporciona uma economia significativa nas quantidades dos materiais que os constituem, bem como no custo do produto final.

Delongui et al. (2011) afirma que a produção per capita de RCC no Brasil em média é igual a 510 kg/hab.ano. Considerando uma população segundo o IBGE (2017) de 208,8 milhões de habitantes, tem-se a relevância do emprego destes resíduos em novos materiais e métodos construtivos, já que esta quantidade pode ser considerada exorbitante.

Segundo Souza et al. (2008) na composição do solo-cimento, o solo é o material que entra em maior proporção, devendo ser selecionado de modo que permita o menor consumo possível de cimento.

A NBR 10833/2012 estabelece alguns critérios que o solo utilizado para a produção do bloco de solo-cimento necessita atender. Tendo em vista estes critérios, Ferraz (2004) declara que, em situações nas quais o solo não possui essas características, diversos autores consideram a possibilidade de se efetuarem correções em sua granulometria. Ou também, a sua estabilização através da composição com solos mais arenosos ou mesmo a adição de areia grossa, proporcionando um resultado favorável técnica e economicamente.

Souza et al. (2008) afirma que quando passam por um processo de trituração, os resíduos da construção civil apresentam características semelhantes às de uma areia grossa. Sendo possível a sua adição em solos finos visando a correção da composição granulométrica dos mesmos.

Partindo desta ideia, o presente estudo justifica-se pela busca da possibilidade de confecção de blocos de solo-cimento com a adição de resíduos da construção civil (RCC). Com a finalidade de realizar o reaproveitamento dos mesmos, evitando uma destinação final inadequada e produzindo um sistema construtivo sustentável.

2. Procedimentos metodológicos

A metodologia deste estudo será dividida em quatro etapas, sendo elas: caracterização granulométrica de cada material constituinte da mistura, elaboração de um traço inicial para a mesma, ensaio de resistência a compressão e, por fim, a realização do ensaio de absorção de água.

Inicialmente, foram coletados e levados à estufa sob uma temperatura de 110°C todos os materiais constituintes da mistura (solo, areia e RCC). O solo utilizado tem origem no campus da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, localizada no município de Ijuí, sendo o local de retirada apresentado na Figura 1.



Figura 1- Local de retirada do solo. Fonte: elaborado pelos autores.

A areia utilizada é do tipo média, já na escolha do cimento optou-se pelo CP V ARI, pois proporciona à mistura alta resistência inicial.

Conforme consta no artigo 3º da Resolução 307 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), os resíduos da construção civil são divididos em quatro classes. O utilizado nesta pesquisa é fornecido pela empresa RESICON localizada no município de Santa Rosa no Estado do Rio Grande do Sul, sendo classificado como I- Classe A, especificada a seguir:

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

2.1 Caracterização granulométrica

Após a coleta e secagem dos materiais, foram realizados os ensaios de caracterização granulométrica conforme a NBR NM 248 (2003). Esta determina no item 5.2.2 que deve-se encaixar as peneiras, previamente limpas, de modo a formar um único conjunto das mesmas, com abertura de malha em ordem crescente da base para o topo e, ainda, prover um fundo de peneiras adequado para o conjunto.

Realizou-se este procedimento para os três materiais constituintes da mistura, considerando as peneiras de aberturas de 9.5mm, 6.3mm, 4.8mm, 2.4mm, 1.2mm, 0.6mm, 0.3mm, 0.15mm e 0.075mm.

2.2 Elaboração do traço inicial da mistura

Tendo em vista que, os blocos de solo-cimento devem apresentar uma superfície esmerada como acabamento (se assemelhando aos *pavers*) e uma resistência elevada (tal como os blocos de concreto) o traço inicial da mistura foi gerado com base nos estudos de FERNANDEZ (2008). Uma vez que, este autor estuda os métodos construtivos citados acima.

Após a determinação do traço e mistura dos materiais, os blocos foram moldados através de uma prensa hidráulica, que pode ser observada na Figura 2 a seguir.



Figura 2- Prensa hidráulica. Fonte: elaborado pelos autores.

2.3 Ensaio de resistência a compressão

Realizou-se o ensaio de resistência a compressão aos 28 dias após a moldagem dos blocos, sendo este executado conforme a NBR 8492/2012. Esta norma, por sua vez, estipula valores mínimos de resistência que os blocos devem obter para serem utilizados como sistema construtivo, sendo estes: mínimo de 1,7 Mpa para cada bloco individualmente e para a média das resistências entre todos os blocos da moldagem deve-se obter no mínimo 2 Mpa.

Para a execução deste ensaio, é necessário que os blocos passem pelo processo de capeamento e após sua cura, os mesmos são deixados submersos em um tanque com água durante o período de 24 horas. Sendo este, considerado o estado mais crítico em que os mesmos podem se encontrar. Após este período, levam-se os blocos para a prensa e uma carga de compressão é aplicada sobre os mesmos, gerando assim o valor da sua resistência.

2.4 Ensaio de absorção de água

Este ensaio mostra, em porcentagem, a relação entre o peso seco da amostra e o peso saturado da mesma, visando apontar a quantidade de água que a mistura absorve em seu estado mais crítico (submerso). Para a realização do mesmo, os blocos são levados à estufa durante o período de 24 horas. Passado este período, são retirados da estufa e pesados, este valor é anotado gerando assim a massa seca do bloco (M_s).

Por conseguinte, os blocos são levados a um tanque, onde ficam submersos durante um período de 24 horas. Decorrido este tempo, retiram-se os mesmos do tanque para a realização de sua pesagem, este valor é anotado gerando assim a massa úmida do bloco (M_u).

A NBR 8492 (2012) apresenta a equação (equação 1) para a obtenção dos índices de absorção de sendo que os mesmos, não devem ultrapassar o valor de 20%.

$$AA(\%) = \frac{M_u - M_s}{M_s} \times 100 \quad (1)$$

Sendo:

AA- absorção de água em porcentagem; M_u - massa úmida do bloco; M_s - massa seca do bloco;

3. Resultados

A partir do ensaio de caracterização granulométrica, foram gerados os gráficos 1, 2 e 3, que apresentam a porcentagem retida acumulada de material em cada peneira. Sendo possível observar a composição granulométrica da areia no Gráfico 1, demonstrado abaixo.

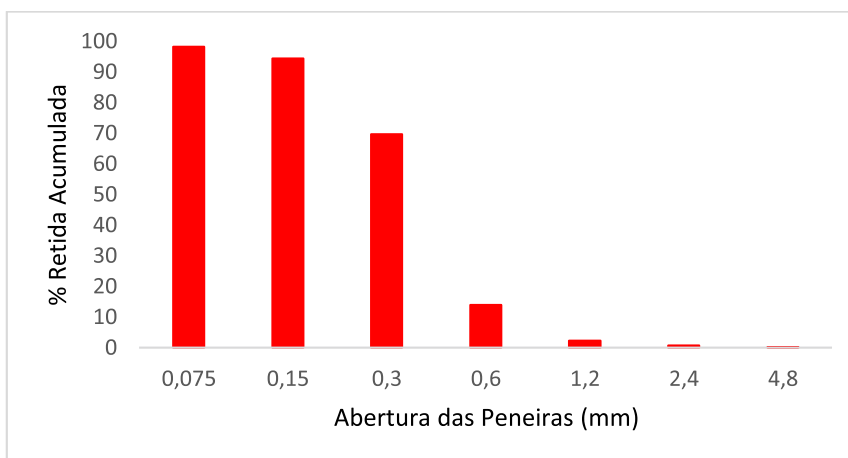


Gráfico 1- Composição granulométrica da Areia. Fonte: elaborado pelos autores.

Já o Gráfico 2, anexado abaixo, representa a composição granulométrica do solo.

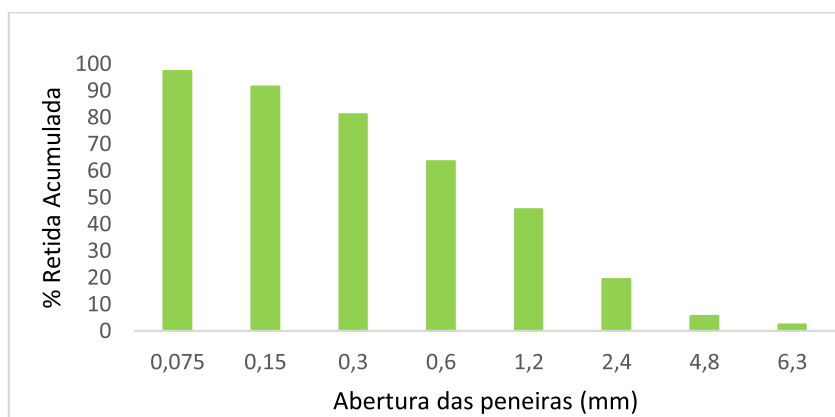


Gráfico 2- Composição granulométrica do Solo. Fonte: elaborado pelos autores.

E por fim, o Gráfico 3 referente a composição granulométrica dos resíduos da construção civil, anexado a seguir.

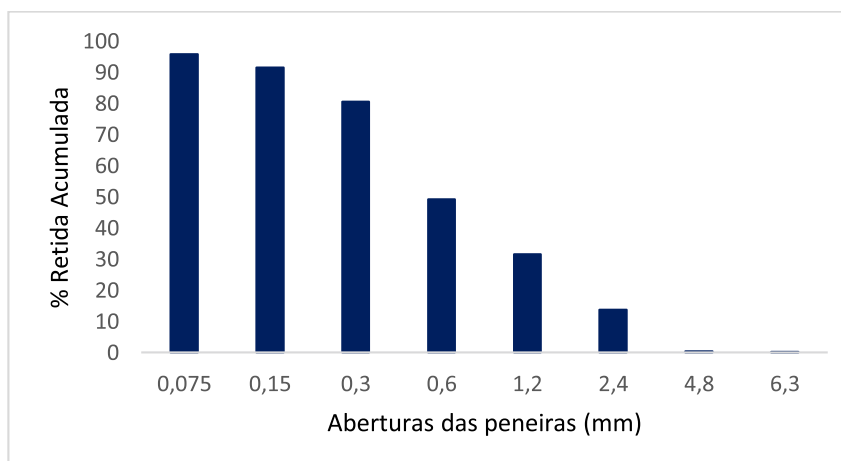


Gráfico 3- Composição granulométrica do RCC. Fonte: elaborado pelos autores.

Baseando-se nas representações gráficas 1, 2 e 3, mostradas anteriormente e na distribuição granulométrica de cada material, gerou-se uma curva granulométrica da mistura de solo-cimento, que pode ser observada na Figura 3 mostrada a seguir.

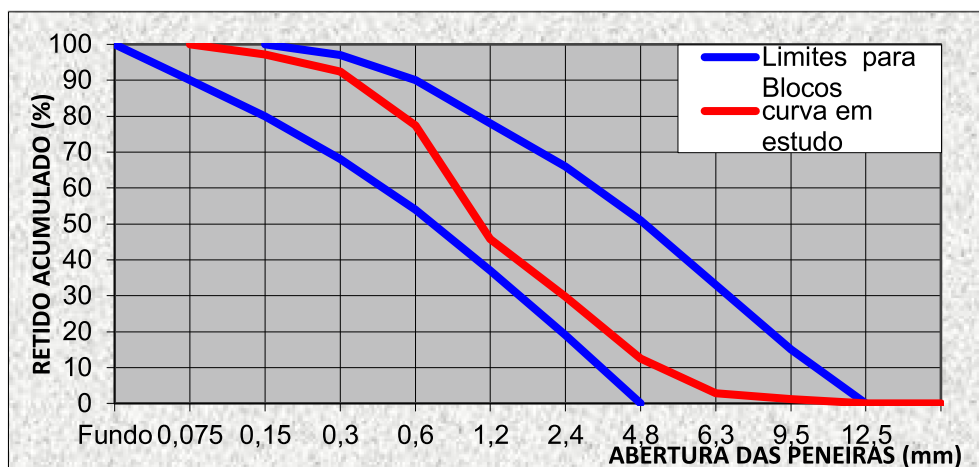


Gráfico 4- Curva Granulométrica de Consumo para Blocos de Solo Cimento. Fonte: Adaptado de Idário Fernandez.

Utilizaram-se limites inferiores e superiores de faixas granulométricas indicadas por FERNANDEZ (2008), já que, trata-se de uma estimativa inicial de uma composição granulométrica. Este autor, por sua vez, expõe com base em seus conhecimentos laboratoriais, limites observados para a produção de *pavers* e blocos de concreto.

Os limites estipulados pelo autor serviram como base para a elaboração de um traço inicial. Sendo constituído pelas seguintes porcentagens: 20% de RCC, 30% de areia média, 40% de solo e 10% de cimento. Tais porcentagens, foram transformadas para quilogramas, gerando os seguintes valores: 3 Kg de cimento, 6 Kg de RCC, 9 Kg de areia e 14 Kg de solo, resultando um total de 32 Kg de material.

Analisando a composição da mistura, optou-se pela utilização de 3% de aditivo plastificante e realização do peneiramento dos materiais na peneira de abertura de 4.75mm, proporcionando um melhor acabamento final aos blocos.

Realizou-se a mistura dos componentes até que se obtivesse uma consistência homogênea. Após, determinou-se a quantidade de água a ser utilizada por meio de um teste visual e manual, visando assim, atingir uma umidade adequada. Passado esse processo a mistura foi colocada na prensa, para que se realizasse a moldagem dos blocos.

Após a moldagem, os blocos foram depositados em um local seco, como pode-se observar na Figura 3, para que ocorresse a cura do material, fazendo com que estivessem prontos para a realização dos ensaios exigidos em norma.



Figura 3- Blocos após a moldagem. Fonte: elaborado pelos autores.

Após um período de cura de 28 dias, os blocos passaram pelo processo de capeamento e foram levados à prensa para a realização do ensaio de resistência a compressão (como mostra a Figura 4).



Figura 4- Ensaio de resistência a compressão. Fonte: elaborada pelos autores.

Com base no ensaio citado acima, foi possível gerar a Tabela 2, demonstrada a seguir com as respectivas resistências obtidas pelos blocos.

Corpo de prova	Resistência aos 28 dias (Mpa)
1	2,67
2	4,07
3	2,93
4	2,71
5	3,15
6	2,48
7	3,2

Tabela 2- Determinação da resistência a compressão. Fonte: elaborado pelos autores.

É possível analisar que os blocos atenderam os critérios exigidos pela norma NBR 8492/2012, referentes aos valores de resistência a compressão, já que nenhum bloco apresentou resistência individual menor que 1,7 Mpa e a média entre as resistências resultou em 3,03 Mpa.

Em sequência, para a realização do ensaio de absorção de água, os blocos ficaram submersos em um tanque durante 24 horas (Figura 5). Representando o estado mais crítico ao qual poderiam ser submetidos.



Figura 5- Ensaio de absorção de água. Fonte: elaborado pelos autores.

Os resultados obtidos no ensaio citado acima são apresentados na Tabela 3 demonstrada a seguir.

Corpo de prova	Absorção de água (%)
8	21,42
9	21,73
10	22,8

Tabela 3- Determinação do índice de absorção de água. Fonte: elaborado pelos autores.

A partir da análise dos índices de absorção de água obtidos no ensaio citado anteriormente, foi possível perceber que os blocos apresentaram porcentagens de absorção acima dos 20% admitidos pela NBR 8492/2012. Portanto, esta é uma característica que deve ser melhorada para que os mesmos estejam aptos à utilização em edificações.

4. Considerações finais

O presente estudo nos mostra que o bloco de solo-cimento é um sistema construtivo que traz inúmeras vantagens quando comparado aos sistemas atuais, já que grande parte de sua composição consiste em um material abundante e de baixo custo, o solo. Além disso, a possibilidade de adição de resíduos da construção civil à mistura, gera benefícios ambientais, visto que estes por sua vez, poderiam ser descartados de forma incorreta.

Cabe ressaltar que além dos itens citados anteriormente, seu formato presa por uma alvenaria mais homogênea apresentando tijolos dimensionais que lhe conferem a possibilidade de serem utilizados sem as camadas de reboco, e se por opção do consumidor o mesmo for realizado, a camada será apenas a recomendada pela NBR resultando inclusive em uma economia nesta etapa.

A partir deste estudo, foi possível perceber que a adição de RCC em misturas de solo-cimento é viável, gerando um produto final que atende os requisitos exigidos pela norma referente a resistência dos blocos. Porém, devem ser realizadas melhorias nos índices de absorção de água dos blocos, já que os mesmos não se encontraram de acordo com a NBR 8492/2012. Por fim, acredita-se que com a realização destas melhorias, será possível produzir um sistema construtivo ecológico e de menor custo que trará benefícios à sociedade e ao meio ambiente.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10833: Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica — Procedimento: Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8492: Tijolo de solo-cimento – Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água — Método de ensaio: Rio de Janeiro, 2012.

BRASIL, IBGE. Censo Demográfico, 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?edicao=16985&t=destaques>>. Acesso em 25 abr. 2018.

DELONGUI, Lucas et al. Panorama dos resíduos da construção civil na região central do Rio Grande do Sul. Teoria e Prática na Engenharia Civil, Cidade Nova – RS, n.18, p.71-80, nov.2011. Disponível em:

<http://www.editoradunas.com.br/revistatpec/Art7_N18.pdf>. Acesso em: 28 mar. de 2018.

FERNANDEZ, IDÁRIO DOMINGUES. Blocos & Pavers- Produção e Controle de Qualidade. 1ª. Ed. Ribeirão Preto- SP: Treino Assessoria e Treinamentos Empresariais Ltda, 2008. 120 p. v.1.

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

SOUZA, Marcia I. B.; SEGANTINI, Antonio A. S.; PEREIRA, Joelma A. Tijolos prensados de solo-cimento confeccionados com resíduos de concreto. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, v.12, n.2, p. 205-212, set.2007. Disponível em: <http://www.agriambi.com.br/>>. Acesso em: 20 jan.2018.