

TIJOLO DE SOLO - CIMENTO COM REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO DE CORTE DE GRANITO

Fernanda Martins Cavalcante de melo
fernanda.melo.ifs@gmail.com

Elvia Soraya Santos Nascimento
elviasoraya@outlook.com

Patrícia Campos de Souza
patricia.campos00@hotmail.com

Marcela Reis Carvalho
marcelareiscarvalho20@gmail.com

Giovanna Victória do Nascimento Araújo
gioaraujo1504@gmail.com

Carlos Mariano Melo Junior
carlos.melo@ifs.edu.br

Resumo – O setor da construção civil consome recursos naturais e o da indústria de corte de rochas ornamentais, produz uma grande quantidade de rejeito. Assim, este trabalho propõe o estudo do reaproveitamento de resíduo do corte do granito na produção do tijolo de solo-cimento, visando a minimização dos impactos gerados por esses setores. Foram dosadas 4 formulações, uma de referência e três substituindo o solo em 20%, 30% e 40%. Os tijolos foram ensaiados quanto à sua resistência à compressão, massa específica, absorção e durabilidade. O traço com 20% de substituição parcial do solo apresentou o melhor desempenho. A viabilidade da produção de tijolos solo-cimento com substituição parcial do solo pelo resíduo, se mostrou uma alternativa exequível e sustentável.

Palavras-Chave: Sustentabilidade. Rochas ornamentais. Construção Civil.

INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos maiores e mais importantes setores industriais e a sua atuação na utilização de matérias-primas é saliente, além de gerar quantidade significativa de resíduos. Entretanto, devido a pluralidade de produtos produzidos, a construção civil tornase também uma grande incorporadora de seus próprios resíduos e os de outros setores industriais (BASTOS *et al.*, 2013).

O Brasil situa-se como 4º produtor e 6º exportador mundial de rochas ornamentais (ABIROCHAS, 2018). Relaciona-se o volume de rochas processadas há uma maior geração de resíduos. Nesse cenário, esses resíduos geram impactos ambientais em várias etapas do processo produtivo (OLIVEIRA, 2015).

Pesquisas têm sido realizadas objetivando o reaproveitamento de resíduos dos mais diversos setores (RODRIGUES; HOLANDA, 2013; SILVA *et al.*, 2005; BASTOS *et al.*, 2013; WEIZENMANN *et al.*, 2013; BRUXEL, 2011). A incorporação de minerais a matrizes cerâmicas, betuminosas e cimentícias tem sido estudada quanto ao seu potencial em relação ao comportamento mecânico, aumento da durabilidade e redução do uso de agregados ou aglomerantes. Tais aplicações possuem embasamento no desempenho físico que materiais finos exercem, pois preenchem os poros e promovem uma melhoria para o empacotamento do sistema (BARBOSA, 2017).

O tijolo de solo-cimento, produzido a partir da prensagem de solo, cimento e água, denominado também como um tipo de tijolo modular ou ecológico, mostra-se como um componente que visa atender à demanda de construção sustentável (MOTTA *et al.*, 2014), ainda, com a possibilidade de ser fabricado com a incorporação de resíduos.

Assim, a presente pesquisa tem como objetivo produzir e analisar as propriedades do tijolo de solo-cimento, com incorporação

do resíduo do corte do granito, em substituição (20%, 30% e 40%) ao solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O solo utilizado nesta pesquisa foi coletado nas imediações do Instituto Federal de Sergipe Campus – Estância, destorroado manualmente para reduzir o diâmetro dos grãos e verificado quanto ao atendimento dos requisitos gerais da NBR 10833 (ABNT, 2012), o cimento utilizado para compor a mistura foi o CP V-ARI (cimento Portland de alta resistência inicial), o resíduo do corte do granito (RCG) foi fornecido pela Marmoraria Santana, localizada no município de Estância-SE.

Testando percentagens diferentes de umidade, através do ensaio de compactação para obtenção de umidade ótima, chegou-se à percentagem de 14%. Foi notada a necessidade da correção do solo com a areia em outra granulometria. Assim, utilizou-se o traço com 70% de solo e 30% de areia; o solo passante na peneira de 600 μ m, a areia na peneira de 1,18 mm e o resíduo substituindo cada material na sua granulometria correspondente.

O solo e o resíduos foram caracterizados quanto à sua granulometria (ABNT NBR 7181, 2018), massa específica aparente (ABNT NBR 7185, 2016), e a massa específica real do solo natural (DNER-ME-093/94, 1994) e suas propriedades plásticas (ABNT NBR 6459, 2017; ABNT NBR 7180, 2016).

A mistura foi realizada manualmente, primeiro fazendo a mistura do cimento, solo e resíduo (figura 1), posteriormente acrescentando a água com auxílio de um borrifador. Os tijolos foram fabricados em uma prensa manual de tijolos ecológicos, modelo Contenco HD-200T.



Figura 1 - Materiais para mistura manual

Foram produzidas 4 formulações, adotando-se o traço 1:8 (Tabela 1), 1 de referência e 3 com substituição parcial do solo por resíduo

de granito, em 20%, 30% e 40%. De cada formulação, foram moldados 13 tijolos (figura 2) com dimensões de 25 cm de comprimento, 6,5 cm de altura e 12,5 cm de largura, cada.

Após a cura dos tijolos, abrigados do sol e do vento por um período de sete dias, os tijolos foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão, absorção de água e massa específica (ABNT NBR 8492, 2012). O ensaio de durabilidade por molhagem seguido de secagem, foi realizado de acordo com a NBR 13554 (ABNT, 2012).

Tabela 1 – Formulações dos tijolos de solo-cimento

Nomenclatura	Teor do resíduo	Traço do tijolo (C:S:RCG)
Ref.	-	1:8
Ts1/20 S	20%	1:6,4:1,6
Ts2/30 S	30%	1:5,6:2,4
Ts3/40 S	40%	1:4,8:3,2

Nota: C: cimento; S: solo; RCG: resíduo do corte de granito.

Após a cura dos tijolos, abrigados do sol e do vento por um período de sete dias, os tijolos foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão, absorção de água e massa específica (ABNT NBR 8492, 2012). O ensaio de durabilidade por molhagem seguido de secagem foi realizado de acordo com a NBR 13554 (ABNT, 2012).



Figura 1 – Tijolo de solo – cimento prensado

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para análise dos resultados obtidos nos ensaios de caracterização dos tijolos, realizou-se uma análise estatística através da metodologia análise de variância (ANOVA).

Caracterização dos componentes da mistura

Na Tabela 2 são apresentados os resultados dos ensaios de caracterização física, realizados com o solo, o resíduo e as misturas do solo com o resíduo, conforme os traços adotados.

Os dados demonstram que as misturas não variaram significativamente as massas específicas reais. Para a massa específica aparente, é possível observar que entre a massa obtida apenas do solo e a massa na percentagem de substituição de 20% houve uma queda pouco expressiva, assim como para a mistura de 40% houve um aumento pouco relevante.

Tabela 2 – Caracterização física do solo, resíduo e misturas do solo com resíduo

Ensaio	Solo	RCG	Substituição parcial do solo em:		
			20%	30%	40%
IP (%)	7,34	-	6,52	5,46	1,06
LL (%)	18,31	-	14,91	16,28	15,14
MEA (g/cm ³)	1,430	1,020	1,229	1,517	1,619
MER (g/cm ³)	2,640	2,641	2,646	2,650	2,645

Nota: IP: índice de plasticidade; LL: limite de liquidez; MEA: massa específica aparente; MER: massa específica real.

Os resultados obtidos demonstram que o solo se situou na faixa $7 < IP < 15$ que o classifica como plasticidade média. A mistura com 20% do resíduo reduziu consideravelmente o índice de plasticidade. As demais composições (30% e 40%) obtiveram resultados de IP abaixo do solo.

Caracterização do tijolo de solo-cimento com resíduo de granito

Na figura 3 são plotados os resultados de absorção de água, para os traços de substituição do solo, estes não alteraram significativamente a absorção, levando em consideração o tijolo de referência, entretanto para uma substituição de 40%, há um aumento considerável na absorção.

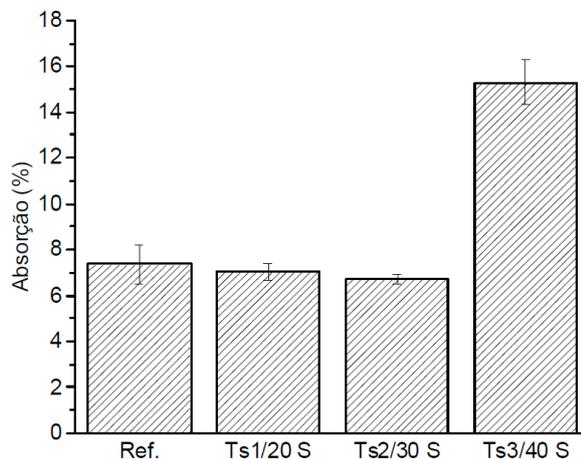


Figura 3 – Resultados de absorção de água

Um estudo com incorporações maiores que 40% do resíduo seria necessário para determinar se há uma tendência de aumento gradativo na absorção dos tijolos, a partir desse percentual de substituição.

A figura 4 apresenta os valores encontrados no ensaio de resistência à compressão simples.

Não houve variação significativa nos resultados obtidos em média para a resistência à compressão, em uma comparação entre a composição obtida para servir como referência e as demais com substituição parcial do solo.

Ainda, é possível notar que as substituições do solo pelo resíduo em percentagens entre 20% a 40% não resultaram em grandes perdas de resistência, em comparação com o tijolo de referência.

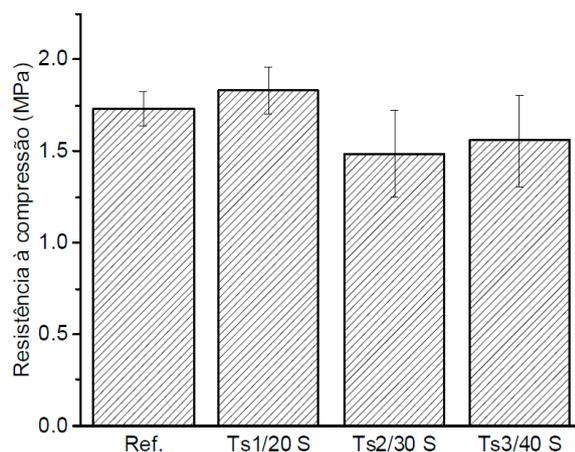


Figura 4 - Resultados do ensaio de resistência à compressão simples (MPa)

A figura 5 apresenta os valores encontrados no ensaio de durabilidade. É possível notar

que ao substituir o solo pelo resíduo houve uma redução da perda de massa nos tijolos com exceção do traço com 30% de substituição, onde houve um aumento significativo.

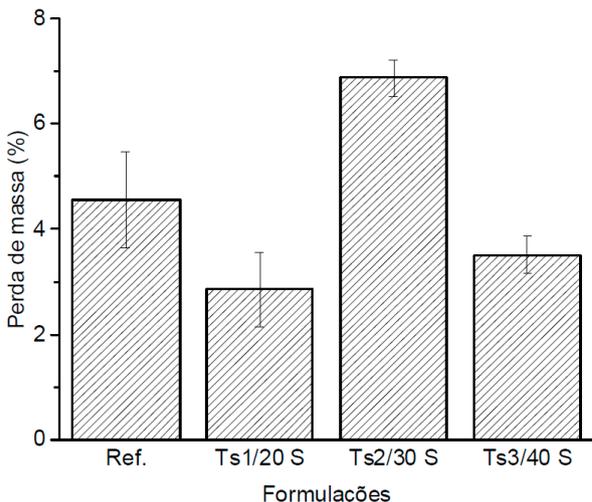


Figura 5 – Perda de Massa dos tijolos

Na figura 6 são encontrados os valores de massa específica, constata-se que para nenhuma das misturas utilizadas, houveram grandes variações da massa específica, o que ressalta que a substituição do resíduo não influenciou nessa propriedade.

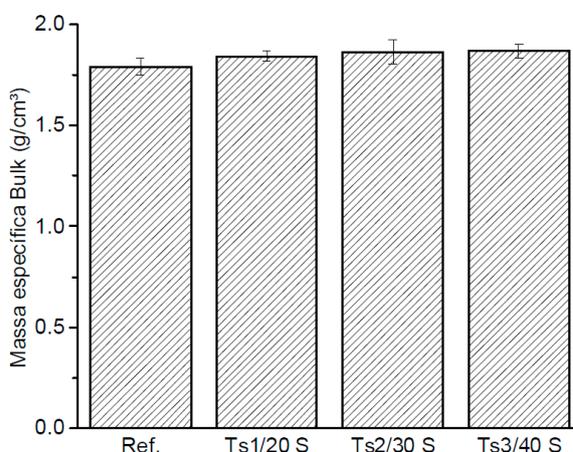
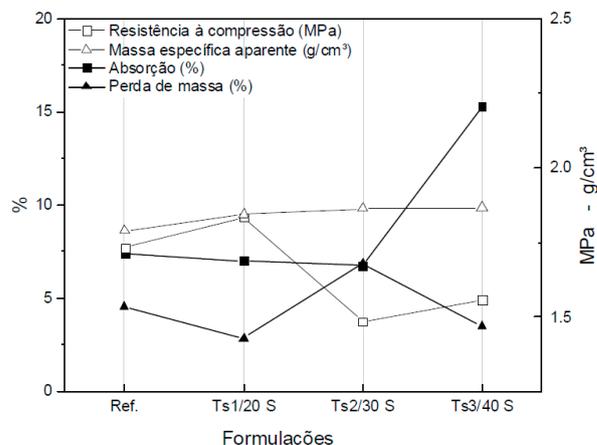


Figura 6 – Resultados de massa específica dos tijolos

A figura 7 apresenta um comparativo entre as características físico-mecânicas dos tijolos e a melhor formulação, considerando as propriedades estudadas. Constatou-se que o melhor traço foi o Ts1 20 S, com 20% de substituição do solo, que

apresentou os resultados mais próximos ao traço de referência.



CONCLUSÕES

O objetivo dessa pesquisa foi produzir tijolo de solo-cimento com incorporação do resíduo do corte de granito a partir de substituições parciais do solo e do cimento e verificar a influência dessa incorporação nas propriedades (massa específica, absorção, resistência à compressão e durabilidade) do tijolo.

A viabilidade da produção de tijolos solocimento com substituição parcial do solo pelo resíduo se mostrou uma alternativa exequível e sustentável, pois a mesma dá uma destinação adequada ao RCG, além de reduzir a extração de matéria-prima. Portanto, a hipótese proposta neste trabalho foi alcançada, mostrando a relevância da presente pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABIROCHAS – Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais – O setor brasileiro de rochas ornamentais: Cenário mundial. Outubro de 2018. São Paulo – SP.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6459: Solo – Determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro, 2017.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7180: Solo — Determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7181: solo: análise granulométrica. Rio de Janeiro, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7185: Solo – Determinação da massa específica aparente, in situ, com emprego do frasco de areia. Rio de Janeiro, 2016.
- 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.
- 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 13554: solo-cimento: ensaio de durabilidade por molhagem e secagem: método de ensaio. Rio de Janeiro, 2012.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER-ME 093/94: solos: determinação da densidade real. 1994.
- BARBOSA, J. M. A influência da moagem na atividade pozolânica do resíduo de granito. Ouro Preto, 2017. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2017.
- BASTOS, R. S. et al. Revisão Bibliográfica dos Estudos Sobre a Aplicação da Lama do Beneficiamento de Rochas Ornamentais na redução de Materiais de Construção. In: IBRACON, 54, 2013, Gramado. Anais... São Paulo: IBRACON, 2013.
- BRUXEL, F. R. A problemática dos resíduos provenientes do setor de gemas: avaliação da incorporação de lodo de gemas na massa cerâmica. 2011. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento) – Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2011.
- MOTTA, C. J.; MORAES, W. P.; ROCHA, N.G. Tijolo de Solo e Cimento: Análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis. Belo Horizonte: E-XATA, 2014. 5p.
- OLIVEIRA, L. S. de. Reaproveitamento de resíduos de marmoraria em compósitos cimentícios. 102 p. Dissertação (Mestrado em Materiais e Processos de Fabricação) - Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del-Rei, 2015.
- RODRIGUES, L. P.; HOLANDA, J. N. F. Influence of the incorporation of water treatment plant (WTP) sludge on the technological properties of soil-cement bricks. *Cerâmica*, v. 59, p. 551–556, 2013.
- SILVA, J. B. et al. Incorporação de lama de mármore e granito em massas argilosas. *Cerâmica*, São Paulo, v. 51, p. 325-330, 2005.
- WEIZENMANN, M. et al. Avaliação da incorporação de resíduo de gemas na massa cerâmica vermelha: um estudo de caso. *Cerâmica*, São Paulo, v. 59, n. 351, p. 442 - 447, 2013.