

ESTUDO PARA REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO DE CORTE DE GRANITO EM BLOCOS DE CONCRETO

Herbet Alves de Oliveira
herbetalves148@gmail.com

Karolayne Vieira Santos
karollvieira2017@gmail.com

Leonardo Santos Caldas
leo9801santos.ls@gmail.com

Rhayra Guadalupe Melo Santos
guadaluperhayra76@gmail.com

Resumo - Resíduos de corte de granito estão presentes em todas as marmorarias do Brasil decorrente do processo de beneficiamento de rochas. Na maioria delas esse resíduo é descartado provocando grande impacto ambiental. Nesse projeto foi estudado o reaproveitamento do resíduo de granito produzido em marmoraria da cidade de Estância (SE) na produção de blocos de concreto, a qual tem grande disseminação na mesma cidade. Os blocos foram produzidos em traços 1:3 a 1:5 cimento e areia para posteriormente serem substituídos o cimento pelo resíduo. Foram realizados os ensaios de resistência mecânica a compressão, absorção de água e massa específica aparente. Os resultados obtidos mostram que o resíduo pode ser uma fonte de matéria prima, além de reduzir custo de processo.

Palavras-chave: bloco de concreto, resíduo, sustentabilidade

INTRODUÇÃO

Os blocos de concreto estrutural são tijolos que tem boa aceitação na construção civil devido à uniformidade das dimensões, bem como a elevada resistência mecânica. No entanto, para comunidades carentes o custo desses é elevado, sendo necessário optar pelos tijolos de vedação.

Na região de Estância (SE) existem diversas fábricas de blocos de concreto para atender a comunidade local. No Brasil existem mais de 12000 indústrias no setor de rochas ornamentais. Em especial em Sergipe existem mais de 20 unidades fabris de processamento de pedras cujos resíduos na forma de lada são

descartados em aterros de forma aleatória (ABIROCHAS, 2016). Uma das alternativas sustentáveis para o uso da lama de granito, juntamente com o cimento, está na preparação de blocos de concreto. Nos Estados Unidos cerca de 23 a 30 milhões de peça de blocos de concreto são produzidos anualmente (FAN, 1996). Diante dessa realidade está a sociedade buscando e se dedicando a achar soluções viáveis para o reaproveitamento de resíduos buscando um desenvolvimento sustentável (ZANATTA, 2017). Contudo, destaca-se o resíduo de granito, conhecido como lama, que é uma massa mineral composta, basicamente, por água, granalha, cal e rocha moída. Uma vez seca a lama granítica forma um pó de granulometria fina, não biodegradável, e inerte. Estudos têm sido realizados como o de Bachete (2018) e Oliveira (2011 em blocos de concreto, e em matrizes cimentícias a base de cimento e areia e verificaram que ocorre redução da resistência em teores de 5 a 20%. Assim como, Gencel et al., (2012) e Uygunoğlu et al. (2012), revelaram que o uso de resíduos de mármore como um substituto do agregado fino (menos de 4 mm) favorece a queda na resistência à compressão em blocos de concreto.

Diante desses aspectos e da necessidade de meios alternativos para evitar a degradação do meio ambiente, o pó de granito pode ser reutilizado como insumo na construção civil, incorporado na composição de blocos de concreto, minimizando o descarte inadequado e visando à diminuição da emissão de poluentes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Preparação das matérias primas

O cimento utilizado foi o CP II F 32 - RS. O resíduo de granito foi coletado em uma marmoraria na cidade de Estância (SE). O mesmo foi seco e passado pela peneira (0,42 mm) e a areia utilizada foi uma areia grossa de jazida da região de Estância(SE).

2.2 Caracterização das matérias primas

A análise granulométrica foi realizada por meio da norma NBR NM 248/200 e o resíduo por difração no Mastersizer 2000 da Malvern. A massa unitária por meio NBR NM 45/2006, a massa específica do agregado miúdo e do resíduo NBR 9776/1988. A massa específica real da areia e o resíduo foram realizados de acordo com a norma DNER 093/94. Por sua vez o cimento foi determinado usando um picnômetro de hélio modelo AccuPyc II 1340. A análise química foi realizada por meio da fluorescência de raios X (FRX). A difração de raios X foi utilizada para análise do resíduo (PADILHA,1985).

2.3 Conformação dos corpos de prova

As matérias primas e a água foram pesadas, misturadas manualmente, e vertidos em fôrmas cilíndricas de 20x40 cm, Figura 1.



Figura 1. Fôrma para confecção dos blocos de concreto C-cimento; A-areia Fonte: dados da pesquisa

Na Tabela 1 é apresentada as formulações com cimento e areia 1:X Foi fixado o teor de 9% de umidade.

Tabela 1: Formulações de bloco de concreto

Traço	Volume		Massa		Água (ml)
	C	A	C (kg)	A (Kg)	
1:3	1	3	2,00	6,00	720
1:4	1	4	1,60	6,40	720
1:5	1	5	1,33	6,72	720

C-cimento; A-areia

Fonte: dados da pesquisa

2.4 Ensaios de caracterização dos tijolos após cura

Tensão de ruptura à compressão (TRC): após cura foi determinada a resistência a compressão em tensiômetro da marca EMIC seguindo a norma NBR 7184, cujos resultados podem ser expressos pela Eq1 em que P é a carga aplicada em (N) e A é área correspondente do bloco (mm²)

$$R = P/A \quad (1)$$

Absorção de água (AA) e massa específica aparente (Mea) foram determinados de acordo com NBR 9778. Os resultados são expressos pela equação Eq 2, em que m1 é a massa seca, e m2 a massa saturada. A massa específica foi determinada pela fórmula Eq 3, em que a massa m3 é imersa.

$$AA = (m_2 - m_1 / m_1) . 100 \quad (2)$$

$$Mea(m_1 / m_2 - m_3) . 100 \quad (3)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tab 2 a densidade aparente do resíduo apresenta-se mais fino do que o cimento e areia.

Tabela 2. Caracterização das matérias primas

Matéria Primas	Dens aparente (g/cm ³)	Dens real (g/cm ³)	Finura (%)	MF
Cimento	1,19± 0,1	3,268±0,	0,96	-
RG	1,07±0,2	2,55±0,0	0,80	-
Areia	1,52±0,1	2,620±0,	-	2,54

MF- Modulo de finura; RG: resíduo de granito

Fonte: dados da pesquisa.

Na Tabela 3 é apresentada a análise química. O cimento e areia são similares as comerciais (Oliveira, 2011; Meng,2018). O Resíduo é um silicato com carbonatos como acessório presente nas albitas.

Tabela 3. Análise química das matérias primas

Oxido	Cimento		
	Areia		
	Resíduo		
	(%)		
SiO ₂	8,6	85,6	48,67
Al ₂ O ₃	2,0	3,72	2,86
CaO	81,2	1,02	19,67
Fe ₂ O ₃	5,30	3,02	14,05
Na ₂ O			
K ₂ O	1,42	0,50	10,9
MgO			0,25

Fonte: Salomny(2019)

Na Figura 3 foi determinado o coeficiente de uniformidade (Cu) por meio da Eq 4, em que D60 é a abertura na qual passa 60% das partículas e D10, é abertura por onde passa 10% das partículas.

$$Cu = D_{60} / D_{10} \quad (4)$$

A areia Cu (1,9) é muito uniforme, ou seja, apresenta grande quantidade de partículas em uma faixa estreita de dimensões. O resíduo o Cu (12,5) considerado de média uniformidade (CAPUTO, 2011). As matérias primas foram classificadas segundo o coeficiente de concavidade (Cc) por meio da Eq 5, em que D₃₀ corresponde a abertura em que passa 30% das partículas. A areia apresentou Cc (1,20) e o resíduo o Cc (1,3) bem graduados.

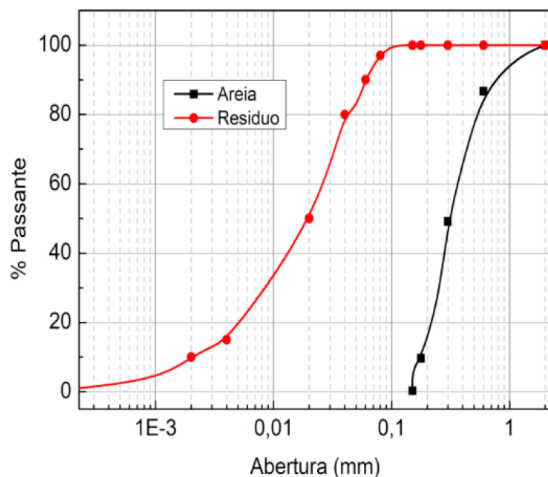


Figura 3. Análise granulométrica Fonte: dados da pesquisa

Na Figura 4 é apresentado o DRX do resíduo estudado. O mesmo é rico em feldspato, quartzo e biotita, típicos de granito (OLIVEIRA, 2011). O resíduo é rico em biotita, feldspato e quartzo característico de rochas graníticas.

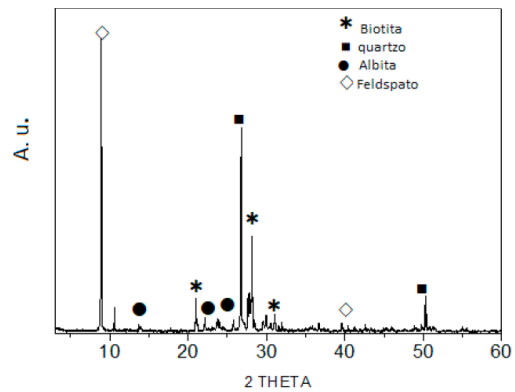


Figura 4. padrão de difratometria de raios X do resíduo.

N Fig 5 é apresentado o MEV do resíduo o qual observou-se placas de granito.

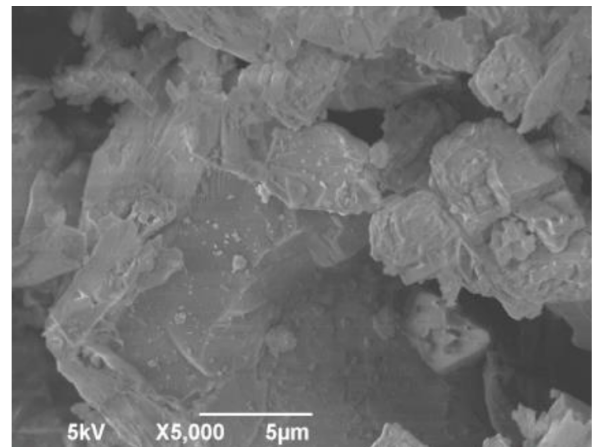


Figura 5. microscopia eletrônica de varredura do resíduo MEV com aumento de 5000. Fonte: dados da pesquisa

Os blocos de concreto da classe “A” apresentam resistência >6MPa possuem função estrutural usados em pavimentos superiores. Já da classe B, também possuem função estrutural, mas são indicados para alvenaria externa acima do nível do solo cuja resitencia 4 a 6 MPa. Os blocos da classe C não possuem função estrutural e são indicados para alvenaria interna acima do nível do solo. Eles possuem resistências maiores que 3 MPa. Os blocos da classe D são aqueles que não possuem função estrutural, sendo utilizados somente para alvenarias de vedação.

De acordo com a Tabela 4 e Figura 6 a resistência mecânica a compressão atendem a classe não estrutural maior ou igual a 2 MPa. A formulação 1:3 foi a que apresentou melhores resultados de resistência (4,4 MPa) e absorção de água (4,4%) e foi escolhida para realizar testes com incorporação de resíduo.

Tabela 4. Resultados de resistência mecânica a compressão e absorção de água

Formulações	1:3	1:4	1:5
RMC (MPa)	4,4±1,3	3,7±0,1	2,8±0,4
AA (%)	4,4±1,2	5,1±0,9	6,0±1,1
Mea(Kg/m ³)	2,3±0,3	2,3±0,2	2,2±0,92

RMC– Resistencia Mecânica a compressão; Mea– Massa específica aparente; AA- Absorção de água

Fonte: dados da pesquisa

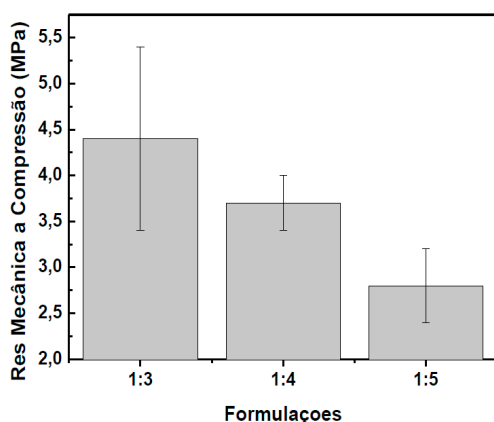


Figura 6. RMC das formulações **Fonte:** dados da pesquisa

Na Figura 7 a absorção aumentou com acréscimo da areia proporcionalmente a queda da Resistencia.

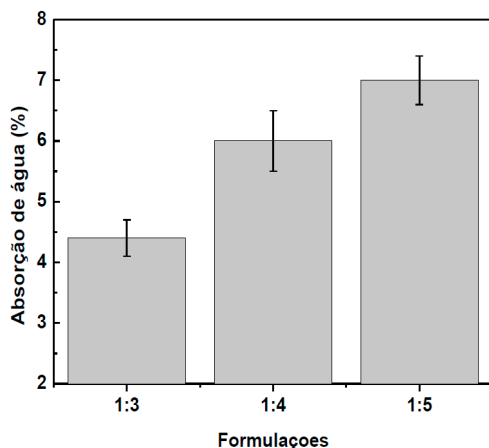


Figura 7. Absorção de água das formulações **Fonte:** dados da pesquisa

Na Tab 5 estão as formulações com traço 1:3 o qual apresentou melhores resultados e foi incorporado resíduo de granito em substituição ao cimento nas proporções 10, 20, 40%.

Tabela 5. formulações com argamassa com incorporação de resíduos de granito.

Traço 1:3	Traço em volume			Traço em massa (kg)		
	C	A	Água. a/c	C	A	Resíduo granito
Padrão	1	3	0,36	2,00	6,0	-
10%	1	3	0,40	1,8	6,0	0,2
20%	1	3	0,45	1,6	6,0	0,4
40%	1	3	0,60	1,2	6,0	0,8

C-cimento; A-areia

Fonte: dados da pesquisa

Nas Figuras 8 e 9, foi observado que a medida que o cimento foi substituído pelo resíduo, a resistência sofreu redução, bem como acréscimo da absorção de água e redução da densidade. Isso porque foi substituído o aglomerante por um material inerte. Porém, todas as formulações atendem as especificações de resistência e absorção de água.

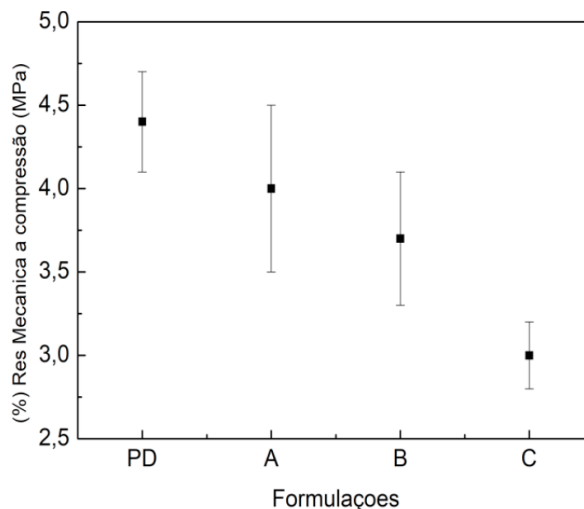


Figura 8. Resistência mecânica das formulações **Fonte:** dados da pesquisa

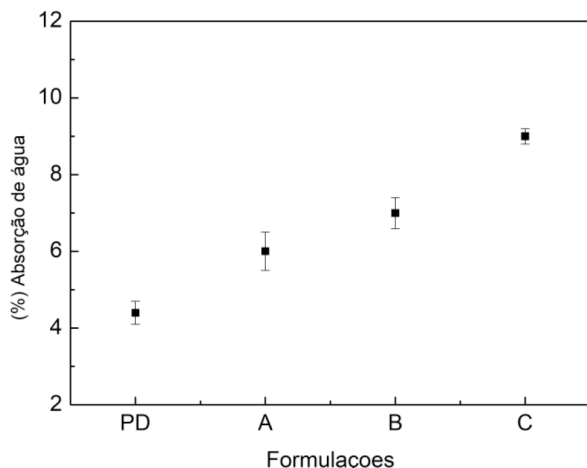


Figura 9. Absorção de água das formulações com resíduo. Fonte: dados da pesquisa

CONCLUSÕES

Os resíduos por ser muito fino e leve além de apresentar cerca de 20% de umidade deve ser previamente seco antes de ser utilizado. Os resíduos são constituídos por feldspato, cálcio, albita considerado inerte e muito parecido com a areia, ou seja, inerte. Portanto, pode ser utilizado.

Nos testes foi verificado que o resíduo de rochas pode substituir o cimento até 10% sem prejuízo das propriedades. Além disso, o resíduo acima de 20% o tijolo ficou com dificuldade de compactação. O resíduo pode ser uma excelente oportunidade de reaproveitamento para todas as fábricas que produzem blocos. Além de reduzir os custos do processo com redução do consumo de cimento, contribuíra de forma efetiva para uma produção sustentável.

REFERENCIAS

ABIROCHAS: Balanço das exportações e importações brasileiras de rochas ornamentais no período janeiro-setembro de 2016 – Informe 07/2016, 2016. 11 p

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, ASTM C-20-2005: Standard Test Methods for Apparent Porosity, Water Absorption, Apparent Specific Gravity, and

Bulk Density of Burned Refractory Brick and Shapes by Boiling Water.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1992). NBR 7184 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 45: Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- DNER 93/04- Determinação da densidade real de sólidos, 1994

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: Concreto – procedimento para moldagem e cura dos corpos de prova. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6136, Blocos vazados de concreto simples para alvenaria — Requisito, 2014

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9776: Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman – método de ensaio. Rio de Janeiro, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9778: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11579: Cimento Portland – Determinação da finura por meio da peneira 75 µm (nº200). Rio de Janeiro, 2013

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6136, Blocos vazados de concreto simples para alvenaria — Requisito, 2014

BACHETI, G., MAZIERO, P.R., GARCIA, D.P. Elaboração e caracterização de blocos de concreto com a incorporação de resíduos de granito. *Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental*, Florianópolis, v. 7, n. 3, p. 273-296, jul/set. 2018. Doi: <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v7e32018273-296>

CAPUTO, H. *Mecânica dos Solos*, vol 1, Editora Blucher, São Paulo, 2011.

GENCEL, O., OZEL, C., KOLCSAL, F., et al., 2012. Properties of concrete paving blocks made with waste marble. *Journal Cleaner Production*, v 21, n.p. 62–70, 2012

MENG, Y., CHAI T., MO, K. .H. Recycling of wastes for value-added applications in concrete blocks: overview. *Resources, Conservation & Recycling*, v 138.p. 298–312., 2018, <https://doi.10.1016/j.resconrec.2018.07.029>

OLIVEIRA, D. M.; OLIVEIRA, T. N.; BEZERRA A. C. et al. Utilização de resíduo de granito como substituição ao Cimento Portland em matrizes cimentícias. in *Anais do 53o Congresso Brasileiro do Concreto*, 2011.

PADILHA, A. F., FILHO F. A., *Técnicas de Análise Microestrutural*”, Editora Hemus, São Paulo (1985)

ZANATTA, P. *Gestão ambiental e o desenvolvimento sustentável*. Florianópolis. Instituto de Pós-Graduação (IPOG) e Universidade Federal de Pelotas (UFPel). p 296, 2017.

UYGUNOĞLU, T., TOPCU, I.B., GENCEL, O., BROSTOW, W., The effect of fly ash and types of aggregates on the properties of pre-fabricated concrete interlocking blocks (PCIBs). *Constr. Build. Materials*, v 30 n.3 p. 180–187, 2012