

BLOCOS PRENSADOS E DE ENCAIXE A BASE DE CIMENTO COM REJEITO DE ROCHA ORNAMENTAL

Paulo Henrique Vitor de Araújo, Gustavo de Castro Xavier, Jonas Alexandre,
Fernando Saboya Albuquerque Júnior, Paulo César de Almeida Maia, Luis
Fernando Queiroz.

Laboratório de Engenharia Civil – LECIV

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

Av. Alberto Lamego, 2000, Horto, Campos dos Goytacazes – RJ – Brasil,
CEP: 28000-000, Fone: (0xx22) 2739-7372

gxavier@uenf.br

RESUMO

Este trabalho consiste no uso do rejeito de rocha ornamental na produção de tijolos prensados e de encaixe. Na dosagem dos materiais, foram utilizadas porcentagens de cimento, areia, resíduo de rocha, calcário e água. Caracterizaram-se os materiais e buscou-se uma dosagem que utilizasse a menor quantidade de cimento e maior adição de rejeito. Após isso, o material foi homogeneizado, umedecido e prensado em uma prensa manual. Utilizou-se 3 misturas diferentes. A mistura recomendada ao uso foi do traço de referência Nº 3, apresentando $3,03 \pm 0,04$ MPa de resistência a compressão de média.

PALAVRAS-CHAVE: Rejeito de rocha ornamental, blocos prensados e de encaixe, mistura.

INTRODUÇÃO

As exportações brasileiras de rochas ornamentais, no 1º bimestre de 2010, somaram US\$ 105,1 milhões e 255.079,49 t, com uma variação positiva de respectivamente 43,19% e 40,30% frente ao mesmo período de 2009 ⁽¹⁾, como consequência sua extração gera uma enorme quantidade de resíduo de rocha ornamental, chegando a 150 mil toneladas/mês somente no Município de Cachoeiro do Itapemirim-ES) ⁽²⁾ que, dispostos de forma ecologicamente incorreta, podem causar o assoreamento de rios, poluindo suas águas e gerando impactos como o comprometimento da sobrevivência animal e vegetal no ambiente. Segundo a legislação ambiental, o gerador de resíduos é responsável por todo o ciclo de vida desse material: desde sua geração até a sua disposição final. Dessa forma, a reutilização desse resíduo é de grande importância tanto para a preservação do ambiente como para empresas e empresários ⁽³⁾.

A engenharia Civil, que é grande geradora de resíduo além de consumir um volume enorme de recursos naturais, mostra-se como uma alternativa para diminuir parte do impacto ambiental causado pelos resíduos industriais. Apesar dos vários estudos já realizados sobre a incorporação de resíduos aos materiais de construção, torna-se necessária a determinação de faixas mais amplas de variação para as misturas. Este trabalho propõe a aplicação da metodologia de criação de blocos vazados e de encaixe com incorporação de resíduos de rochas ornamentais.

O bloco mencionado tem como diferencial competitivo em relação aos seus similares (blocos de concreto) a característica de além de ser de encaixe, não necessitar de argamassas de assentamento, e também por possuir características estruturais dispensando a utilização de colunas e vigas na construção ⁽³⁾.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

- Resíduo de rocha: proveniente do beneficiamento de blocos de rocha em uma indústria de Cachoeiro de Itapemirim-ES.
- Pó de rocha calcítica da CALPAR mineração, Italva-RJ.
- Areia lavada do rio Paraíba do Sul;
- Cimento CP II 32 adquirido no comércio local;
- Água tratada da rede pública de abastecimento local;

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O estudo experimental foi realizado de maneira que fosse possível a fabricação, em escala piloto, de blocos prensados de encaixe com a adição do resíduo do beneficiamento de rochas ornamentais, por meio de prensa manual de laboratório, avaliando assim, a resistência à compressão e absorção de água.

Programa experimental

O material foi coletado na empresa **Decolores** em Cachoeiro-ES e trazido para o laboratório de engenharia civil (LECIV), na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, seco em estufa por 24 horas para perder umidade natural do material.

Preparação da amostra

- Depois da secagem em estufa, o rejeito de rocha e o calcário foram peneirados.
- Em seguida, foram definidas as quantidades necessárias para os respectivos traços, por meio da pesagem com uma balança de laboratório, conforme Tabela 1.

Realizaram-se então, as misturas do resíduo com o aglomerante, agregado miúdo e água, seguindo a NBR-8491 ⁽⁴⁾. Abaixo se encontra a Tabela 1 com as misturas para os traços 1, 2, 3, respectivamente.

Tabela 1: Misturas

Nº do traço	Componentes (%)			Calcário	Umidade de moldagem (%)	Condição de Moldagem
	Areia	Cimento	Granito			
1	45	10	40	05	10	SIM
2	30	20	45	05	10	SIM
3	30	05	60	05	10	SIM

Os tijolos foram confeccionados utilizando uma prensa manual de laboratório (Figura 1). É importante salientar que alguns traços foram feitos com uma maior umidade, 12% e 15%, mas nesse caso o material ficou muito úmido, tornando-se deformável. Neste trabalho, adotou-se a umidade de 10%, devido consistência adquirida pelos tijolos imediatamente após a confecção, facilitando o transporte e o manuseio. Em seguida, foi deixado por 24 horas no ambiente e depois foi imerso em um tanque com água para cura até a idade de 28 dias (Figura 2).



Figura 1 – Prensa manual do tipo MTS-10 (vista lateral e superior).



Figura 2 – Cura dos blocos.

Caracterização dos Materiais

Para análise, os materiais foram passados na peneira N°200 (0,075 mm) e secos em estufa a 110°C por um período de 24 horas.

Caracterização Física

Para a caracterização física de algumas propriedades do resíduo estudado, foram realizados ensaios para a determinação das dimensões do tamanho de partículas, seguindo as NBR 7181(1984)⁽⁵⁾.

Caracterização Química

A composição química do resíduo de rochas ornamentais foi obtida através de análise efetuada no Laboratório de Fluorescência e Difração de Raios-X do Departamento de Geologia/UFRJ, Rio de Janeiro-RJ. O equipamento utilizado foi o espectrômetro de fluorescência de raios-X marca Philips PW 2400, com tubo de Rh. A perda ao fogo foi determinada através da obtenção do peso da amostra, antes e depois de ser levada a 950°C durante 30 minutos.

Caracterização Mineralógica

O difratômetro de Raios-X utilizado foi o modelo D-5000, fabricação da Siemens, equipado com espelho Goebel para feixe paralelo de Raios-X,

monocromador de grafite e detector de NaCl. A radiação utilizada foi $\text{CuK}\alpha$, com 40kV e 110 mA. A varredura 2θ ocorreu entre os ângulos de 5° e 80° .

Ensaio Tecnológicos

Resistência a Compressão e Absorção de Água

Os ensaios de resistência à compressão e absorção de água foram realizados atendendo as especificações da NBR 10836/94 ⁽⁶⁾ (Figura 3).



Figura 3 – Ensaio de resistência à compressão

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização Física

É apresentado na Figura 4 o resultado da distribuição do tamanho de partícula do rejeito, obtida por sedimentação e peneiramento.

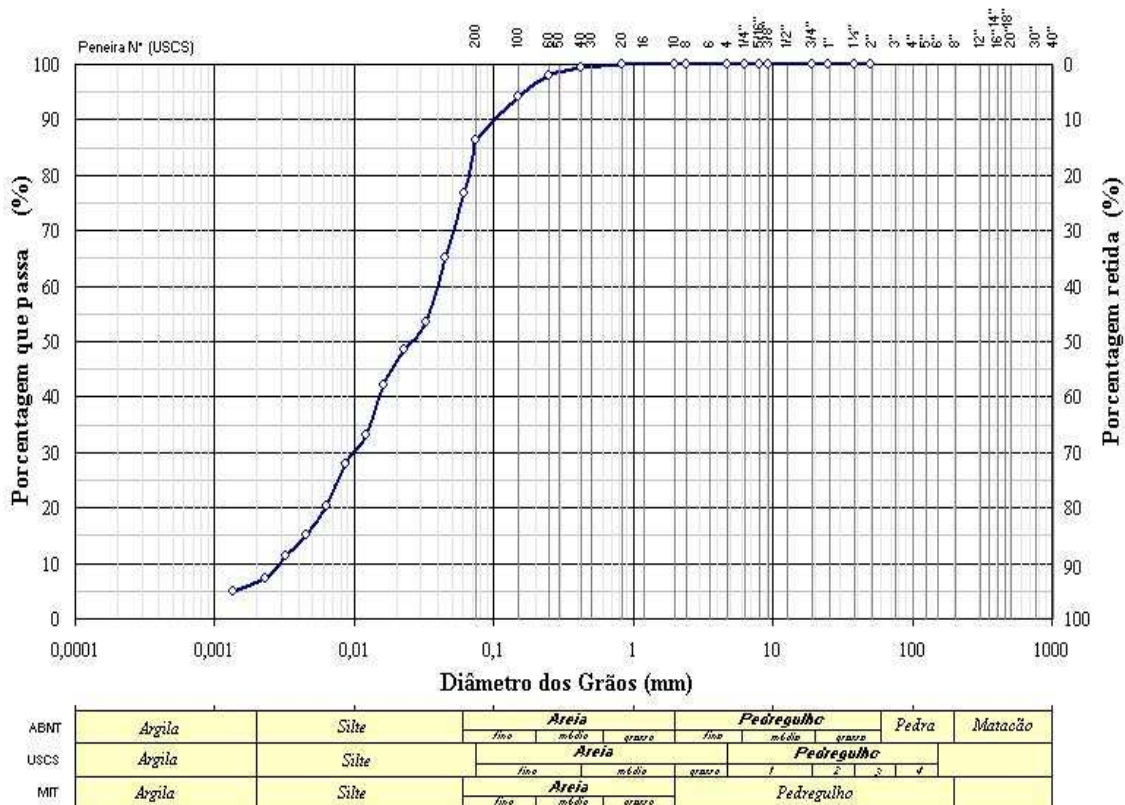


Figura 4 - Curva de distribuição granulométrica do resíduo.

Verifica-se que a distribuição do tamanho de partículas do resíduo de rocha é predominantemente de fração silte, ou seja, 67% de fração silte.

Avaliando a curva da distribuição granulométrica do resíduo de rocha e comparando com os resultados obtidos por ⁽⁷⁾, ⁽⁸⁾ e ⁽⁹⁾, nota-se que a fração silte é predominante, caracterizando o resíduo com forma de pó uniforme.

Caracterização Química

A caracterização química semiquantitativa do resíduo foi analisada através da espectroscopia de raios X por dispersão de energia. A composição química obtida para o resíduo de rochas ornamentais é apresentada na Tabela 2.

Observa-se que o teor de sílica (SiO_2) é superior a 53% e o de alumina (Al_2O_3) é de aproximadamente 17%. Pode-se concluir que as rochas de origem

desse resíduo são ácidas (rochas silicatadas), na maioria das vezes granitos e gnaisses, contendo minerais como o quartzo, feldspatos e micas.

Os teores de CaO (9,7%) e Fe₂O₃ (10,3%) são devido, principalmente, à presença da cal e granalha na lama abrasiva.

Tabela 2 – Composição Química do Resíduo em Forma de Óxidos.

Composição Química do Resíduo	
Óxido	Teor (%)
SiO ₂	53,09
Al ₂ O ₃	17,24
K ₂ O	5,69
Fe ₂ O ₃	10,31
CaO	9,72
SO ₃	1,93
TiO ₂	1,64
MnO	0,16
ZrO ₂	0,04
SrO	0,04

Caracterização Mineralógica

A Figura 5 apresenta os espectros de raios-X dos materiais de estudo.

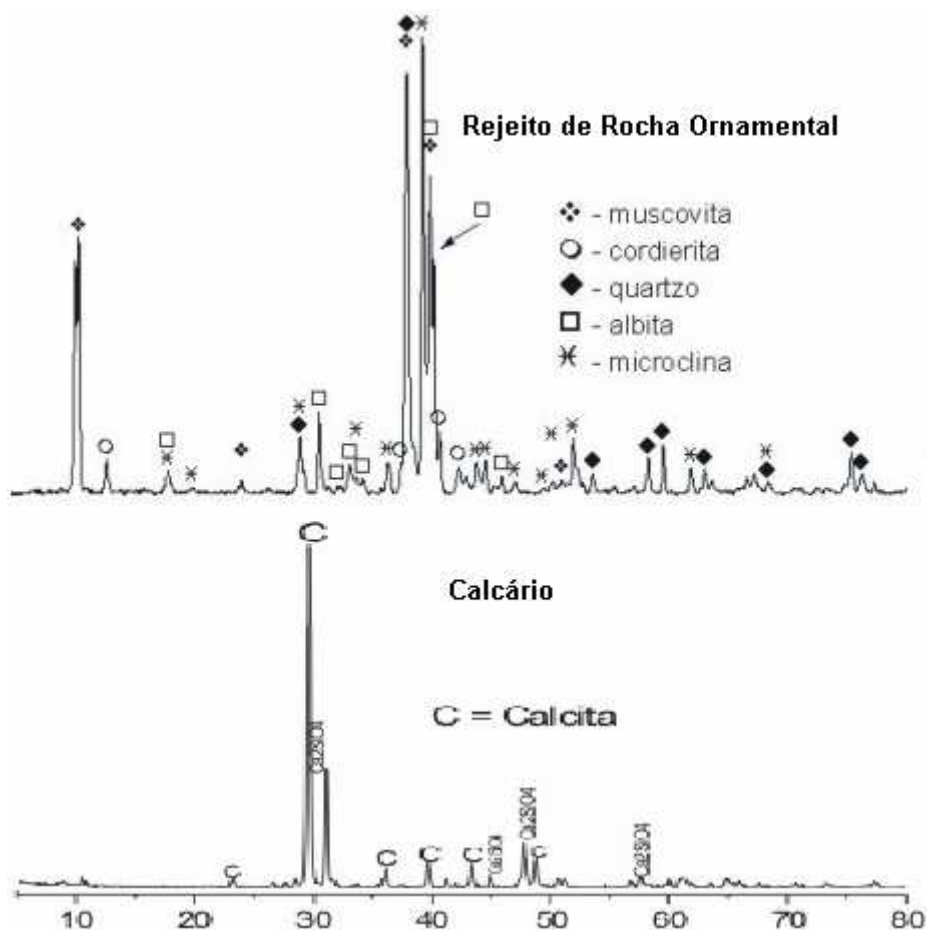


Figura 5 – Espectros de raios X do rejeito de rocha ornamental e do calcário.

Verificam-se na Figura 5 picos de difração característicos das fases cristalinas do rejeito de rocha, são referentes ao quartzo (sílica - SiO_2), microclina (feldspato potássico - KAlSi_3O_8), albita (feldspato sódico - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) e cordierita ($\text{Mg}_2\text{Al}_3(\text{AlSi}_5)\text{O}_{18}$). Para o pó de calcário, o espectro de raios X apresenta a calcita, CaCO_3 e o gesso Ca_2SO_4 .

Ensaio de Resistência a Compressão e Absorção de Água

Os ensaios foram feitos para 3 traços com diferentes quantidades de resíduo de rocha. Estes apresentaram os resultados exigidos pela ABNT 10836 (1994) ⁽⁶⁾ de resistência mínima de 2 MPa aos 28 dias e absorção de água inferior a 20%. A média dos resultados é mostrada na Tabela 3.

Tabela 3: Resumo das médias dos ensaios de resistência à compressão e absorção de Água.

Traço	Cura (dias)	Resistência à compressão (MPa)	Absorção de Água (%)
1	28	3,21± 0,78	17,60
2	28	2,80 ± 0,50	16,03
3	28	3,03 ± 0,04	16,36

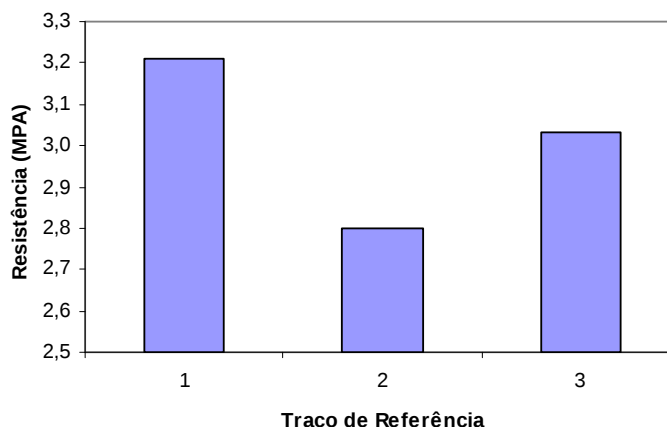


Figura 6 – Gráfico das médias dos traços.

Os ensaios mostram que os traços obtidos estão dentro das recomendações da ABNT 10836 (1994) ⁽⁶⁾, obtendo maior resistência (3,21 MPa) com 40% de resíduo de rocha, e menor absorção (16,03) com 45% de resíduo. Porém, sugere-se a utilização do traço de referência Nº 3 por ter apresentado um valor intermediário de 3,03± 0,04 MPa, usando 60% em massa de resíduo de rocha. Este traço apresenta também, absorção de água de valor intermediário (16,36%).

CONCLUSÃO

Durante a realização desse estudo, foram caracterizados os materiais componentes podendo-se concluir que a produção de blocos vazados é:

- Uma saída para contribuir com o meio ambiente, uma vez que, todo esse resíduo seria jogado em encostas, rios e etc.
- uma mistura de resíduos de mármore e granito ou de outras litologias de rochas com uma composição variada de carbonato e sílica;
- O resíduo de rocha tem partículas na forma de pó uniforme de 67% de fração silte;
- Segundo a difração de raios-X, o resíduo de rocha possui os minerais primários: mica muscovita, cordierita, quartzo, albita e microclina. O pó de calcário é basicamente constituído de calcita e gesso;

- Uma boa opção para a construção de casas, já que obedecem todas as exigências da ABNT de resistência à compressão (> 2 MPa) e absorção de Água ($<20\%$). Garantindo a segurança para ser utilizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ABIROCHAS (2010), Balanço das exportações e importações de rochas ornamentais no 10 Trimestre de 2010, Acessado em 12/03/2010.
- (2) MACHADO, M. A. (2002). "O Setor de Rochas Ornamentais". "Rejeitos". Palestra apresentada no CREA/ES sobre rejeitos da Indústria de Rochas Ornamentais. Cachoeiro de Itapemirim-ES.
- (3) (www.ebah.com.br/tijolo-ecologic)(2010), *acessado em 12/03/2010*.
- (4) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. Tijolo maciço de solo-cimento - NBR-8491, 1984.
- (5) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Análise Granulométrica de Solos - NBR 7181, 1984.
- (6) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural, determinação da resistência à compressão e da absorção de água - NBR10836, 1994.
- (7) XAVIER, C.G. Utilização de resíduo de Mármore e Granito na massa de conformação de cerâmica vermelha. Dissertação de Mestrado, UENF-RJ. 2001.
- (8) NEVES, G. A.; PATRICIO, S. M. R.; FERREIRA, H. C.; SILVA, M. C. Utilização de resíduos da serragem de granitos para confecção de tijolos cerâmicos. In: 43º Congresso Brasileiro de Cerâmica, 1999. Florianópolis-SC, p.601-612, 1999.
- (9) MOTHÉ, C. G.; MOTHÉ FILHO, H. F.; ALMEIDA, V. C.. Key Eng. Mater. 189-191, 2001.

PRESSED BLOCKS AND OF FITTING THE BASE OF CEMENT WITH ORNAMENTAL ROCK WASTE

ABSTRACT

This work consists of the use of the ornamental rock waste in the production of pressed bricks and of fitting. In the mixes of the materials, cement percentages were used, it sands, rock waste, limestone and water. The materials were characterized and a mixes was looked for that used the smallest amount of cement and larger addition of waste. After that, the material was homogenized, humidified and pressed in a manual press apparatus. It was used 3 different mixtures. The mixture recommended to the use it was of the mixes nº 3, presenting $3,03 \pm 0,04$ MPa of strength.

Key-word: ornamental rock waste, pressed blocks and of fitting, mixes.