

**“Utilização do Resíduo de Beneficiamento de Rochas Ornamentais na
Cidade de Cachoeiro de Itapemirim - ES na produção de Tijolos
Ecológicos”.**

Gustavo de Castro Xavier¹, Nayra Lyomar Nascimento Nunes¹, Jonas
Alexandre¹, Fernando Saboya Albuquerque Júnior¹

Laboratório de Engenharia Civil – LECIV

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

Av. Alberto Lamego, 2000, Horto, Campos dos Goytacazes – RJ –

Brasil, CEP: 28013-600, Fone: (0xx22) 2726-1517

nayra_lyomar@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho consiste em produzir tijolos ecológicos utilizando resíduo de rochas ornamentais e contribuir para o conhecimento científico e tecnológico na busca de novos materiais que possam ser utilizados de modo fácil e econômico pelas comunidades na produção de moradias populares.

Inicialmente foi realizada a caracterização do resíduo, definida a dosagem resíduo-cimento com a maior utilização de resíduo na produção dos tijolos, realizados ensaios de resistência à compressão e absorção de água.

Concluiu-se através dos resultados que os tijolos ecológicos com adição de resíduo em até 50% em massa, tem um aumento em sua resistência chegando a 3,21 MPa aos 28 dias, e a absorção de água nos blocos reduz-se com o tempo, atendendo as especificações da ABNT NBR-8491 e NBR-10836.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo de granito, tijolos ecológicos, resistência e moradia.

INTRODUÇÃO

No Estado do Espírito Santo, os resíduos industriais de rochas ornamentais gerados nas serrarias com teares de lâminas ou diamantados são, geralmente, depositados em barragens de rejeito improvisadas, ou vão sendo acumulados ao redor dessas serrarias ao longo do tempo. Em seguida, os resíduos são costumeiramente lançados ao meio ambiente, em locais inadequados, principalmente em áreas ainda próximas às serrarias ⁽¹⁾. Em alguns casos, esses resíduos de rochas ornamentais são jogados diretamente no Rio Itapemirim, causando assoreamento, poluindo a água, e gerando assim grande impacto ambiental, acarretando conflitos com órgãos ambientais e populações vizinhas. Os empresários alegam falta de áreas para disposição desses resíduos. A comunidade vizinha é prejudicada pela poluição dos cursos d'água. Os órgãos de fiscalização agem, aplicando multas e restringindo, ou paralisando as atividades das serrarias, atividades estas muito importantes para a economia da região.

Um grande desafio na atualidade é o aproveitamento de forma racional de resíduos provenientes de processos industriais, operações de lavra e beneficiamento de rochas ornamentais. Ao transformar matérias-primas, de modo a torná-las úteis para a sociedade, o homem produz quantidades apreciáveis de resíduos que no momento, em que são produzidos, são inúteis e que, ao longo do tempo, acabam por comprometer o meio ambiente ⁽²⁾.

A necessidade de cumprir às exigências de manejo e disposição de resíduos sólidos gerados nas atividades industriais vem sendo imposta, nas duas últimas décadas, seja pelas leis ambientais ou movimentos ecológicos em todo o mundo, tornando-se um grande desafio para os sistemas produtivos ⁽³⁾. Neste contexto, a industrialização de rochas ornamentais necessita se conscientizar da responsabilidade de fazer mineração auto-sustentável, ou seja, com respeito ao meio ambiente e à comunidade.

O Brasil, grande detentor de reservas de mármore e granitos, necessita definir metas para que sirvam como exemplos e inovações internacionais ^{(4) (5) (6)}. É de fundamental importância a implantação de uma política que concilie o aproveitamento racional dos recursos naturais e a

utilização de novas tecnologias. O Estado do Espírito Santo, em decorrência da sua posição geográfica privilegiada e da infra-estrutura de ferrovias, rodovias e portos disponíveis em seu território, figura como principal pólo industrial brasileiro de rochas ornamentais, contribuindo para o crescimento do intercâmbio comercial entre o Brasil e outros países.

O objetivo deste trabalho foi de tentar minimizar o impacto ambiental, mediante o aproveitamento e valorização do resíduo de granito que é produzido pelo desdobramento de blocos de mármore e granito nos teares, formando a lama abrasiva, constituída de resíduo de granito, gralha e água.

Materiais e Métodos

Materiais

- Resíduo de granito: proveniente do beneficiamento de blocos de granito em uma indústria de Cachoeiro de Itapemirim - ES.
- Areia lavada do rio Paraíba do Sul;
- Cimento CP II 32 adquirido no comércio local;
- Água tratada da rede pública de abastecimento;

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A coleta foi realizada em uma indústria de desdobramento de mármore e granitos da cidade de Cachoeiro de Itapemirim-ES, onde esta acumula seus rejeitos em uma barragem. Periodicamente, é secada e os rejeitos acumulados são removidos por retro-escavadeira e caminhão, e transportados para o bota-fora.

A amostragem foi realizada nessa barragem de rejeitos, na qual existe um tubo por onde ocorre a descarga da lama, por meio de um jato muito forte e intermitente. Essa lama é proveniente dos teares da serraria, Figura 1.



Figura 1 – Descarga da lama na barragem de rejeito de granito

Preparação da amostra

Iniciou-se com a desagregação do material, utilizando-se nesta etapa, peneira de nº 200 (0,075 mm). Com a amostra desagregada foi construída uma pilha de homogeneização, e em seguida foi realizado o quarteamento, com retirada de alíquotas e secas em estufas a 110°C por 24 horas, visando à realização dos estudos de caracterização química e mineralógica, conforme mostra o fluxograma apresentado na Figura 2.

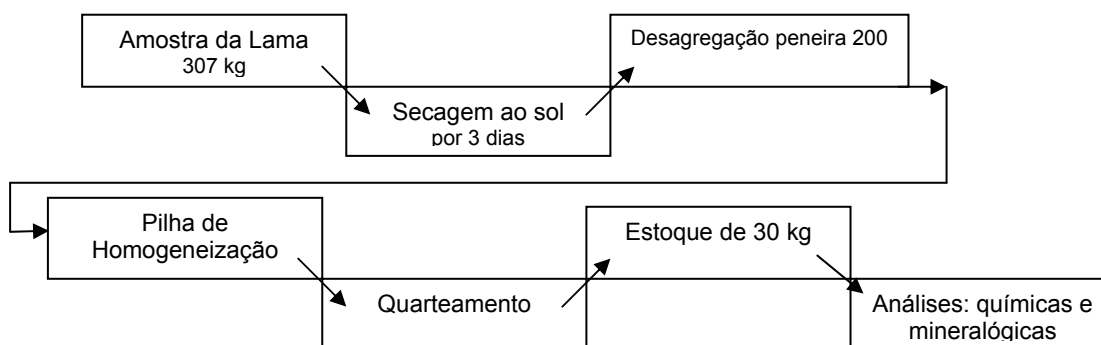


Figura 2 – Fluxograma usado na preparação da amostra para os ensaios.

Em seguida, realizaram-se as misturas em massa de resíduo de granito com o aglomerante, agregado miúdo e água. A forma do tijolo seguiu a NBR-8491 ⁽⁷⁾. O resíduo foi utilizado para a redução do uso do agregado miúdo. A Tabela I apresenta as misturas realizadas:

Tabela I – Misturas dos componentes do tijolo ecológico dado em % de massa.

Material			
Água (%)	Cimento (%)	Resíduo (%)	Areia (%)
11/ 13/15	15	10	75
11/ 13/15	15	20	65
11/ 13/15	15	30	55
11/ 13/15	15	40	45
11/ 13/15	15	50	35

Os tijolos foram confeccionados utilizando uma prensa manual de laboratório (Figura 3 (b)). Na confecção dos tijolos com 11% de umidade, o material ficou seco, com as faces se desagregando facilmente nas primeiras idades. Quando se utilizou a umidade de 15% (Tabela I), o material ficou muito úmido, tornando-se deformável. Neste trabalho, adotou-se a umidade de 13%, devido consistência adquirida pelos tijolos imediatamente após a confecção, facilitando o transporte e o manuseio. Em seguida foi imerso em um tanque com água para cura até a idade de 28 dias.



Figura 3 - Etapas da confecção do tijolo ecológico com resíduo de rocha ornamental: (a) coleta, (b) confecção de tijolos e (c) tijolos após cura.

Caracterização Química e Mineralógica

Para análise, os materiais foram passados na peneira N°200 (0,074 mm) e secos em estufa a 110°C por um período de 24 horas.

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.

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°.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização Química

Os resultados obtidos na análise química são mostrados na Tabela II. Foram observados MgO e CaO provavelmente provenientes do mármore ou da cal utilizada na poupa abrasiva. O alcalino presente, Na_2O (3,15%), pode contribuir para o aumento da resistência do tijolo e reduzir a porosidade aberta devido a reação de hidratação do cimento com este material.

Tabela II – Análise química do resíduo.

ÓXIDOS	(%)
SiO_2	35,5
Al_2O_3	8,22
Fe_2O_3	6,63
TiO_2	0,96
K_2O	3,44
MgO	6,59
MnO	0,08
CaO	12,62
Na_2O	3,15
Perda ao Fogo	14,5

Caracterização Mineralógica

Os resultados da caracterização mineralógica confirmaram a presença de dolomita característica do mármore conforme a Tabela III.

Tabela III – Caracterização mineralógica do resíduo obtida por difração de Raios-X.

MINERAIS	(Peso %)
Dolomita	29
Quartzo	14
Albita	11
Anortita	15
Microclínio	21
Biotita	1
Anfibólio	< 1
Outros	9
TOTAL	100

Esta tabela apresenta vários minerais primários, com maior quantidade à dolomita (29%), seguido de microclínio (feldspato) de 21%. Deve-se ressaltar que a indústria desdobra mármore, gnaisse e granito.

Ensaio de Resistência à Compressão Simples e Absorção de Água

Os ensaios de resistência à compressão simples e absorção de água foram realizados atendendo as especificações da NBR 10836/94 ⁽⁸⁾.

Esses ensaios foram realizados para cinco lotes que se diferenciavam pela porcentagem de resíduo incorporado. Três lotes apresentaram resultados que atenderam as exigências da NBR 10836 de resistência mínima de 2MPa aos 28 dias e absorção de água inferior a 20%. A média dos resultados são mostrados nas Tabelas IV e V.

Tabela IV - Resumo das médias dos ensaios de resistência à compressão aos 28 dias.

Resistência a Compressão Simples (Mpa)			
idade	Lote 2	Lote 3	Lote 5
7	1,38	2,06	1,72
14	1,63	2,51	1,86
28	2,3	3,21	2,63

Lote 2 – 20% de resíduo; **Lote 3** – 30% de resíduo **Lote 5** – 50% de resíduo;

Tabela V – Resumo das médias do ensaio de Absorção de Água com adição de resíduo de granito.

Ensaio de Absorção de Água (%)			
idade	Lote 2	Lote 3	Lote 5
7	27,43	18,3	22,42
14	22,81	17,6	21,15
28	19,64	16,14	20

Os ensaios mostram que o tijolo ecológico tem um aumento em sua resistência com o tempo, principalmente com 30% de adição de resíduo de rocha ornamental, onde o valor foi de 3,21 MPa. A maior redução da absorção de água (16,14%) nos blocos foi observada com adição de 30% em massa de resíduo. Os resultados foram comparados com os de Lima ⁽⁹⁾ e mostraram que o resíduo de granito em até 30% de adição, melhora a resistência do material, quando comparado com a composição de solo-cimento.

Conclusões:

Durante a realização deste trabalho, foram caracterizados os materiais componentes e percebe-se que o tijolo ecológico com adição de resíduos do beneficiamento de rochas ornamentais é uma boa alternativa para a construção de casas populares uma vez que atende as exigências de resistência e de absorção de água, garantindo a segurança para ser utilizado. Conclui-se que:

- ❖ A análise química mostra que o resíduo de granito é uma mistura de resíduos de mármore e granito com uma composição variada de carbonato e sílica;
- ❖ O resíduo beneficiado pode ser utilizado em até 30% nas formulações de massa para utilização em tijolos ecológicos garantindo a resistência mínima de 2 MPa aos 28 dias, exigida pela NBR 10836 e absorção de água máxima de 20%;.

Referências:

- (1) ALENCAR, C R. A.; CARANASSIOS, A.; CARVALHO, D. Tecnologias de lavra e beneficiamento. Fortaleza: Instituto Euvaldo Lodi, (Estudos econômicos sobre rochas ornamentais, v.3) 1996.
- (2) FELLEBERG, G. Introdução aos problemas da Poluição ambiental. 2 ed. São Paulo: USP, 193p. 1980.
- (3) ARCOVERDE, W. L., SILVA, E. A. Rochas Ornamentais. Sumário Mineral Brasileiro. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, DNPM. V.18, p. 78-9, 1998.
- (4) CARUSO, L. G.; TAIOLI, F.; FARJALLAT, J. E. S. Os mármore e granitos brasileiros: seu uso e suas características tecnológicas. Rochas de Qualidade, n. 47, p. 36-45, 1978.
- (5) CHAVES, A. P.; QUEIRÓS, D. S. B.; MAIA, G. S.; BARROS, L. A. F.; HORTA, R. M. Desaguamento mecânico. In: CHAVES, A. P. Teoria e prática do tratamento de minérios. São Paulo: Signus, v. 2, cap. 4, p. 238-42. 1996.
- (6) CHAVES, A. P.; NOGUEIRA FILHO, J. V.; FERRAN, A. Projeto MULTIMIN: cadastramento dos recursos minerais do Brasil - estudo de casos. São Paulo: Departamento de Engenharia de Minas/ EPUSP, 1999.
- (7) NBR-8491 Tijolo maciço de solo-cimento. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1984. 4p.
- (8) NBR-10836: Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural- Determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994, 2p.
- (9) LIMA, T. V., Estudo da produção de blocos de solo-cimento com matérias primas do núcleo urbano da Cidade de Campos dos Goytacazes – RJ. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. CCT/LECIV. Campos dos Goytacazes, 2006.

Use of the waste of Improvement of Ornamental Rocks in the City of Cachoeiro of Itapemirim-ES in the production of Ecological Bricks

ABSTRACT

This work consists at produce ecological bricks using waste of ornamental rocks and to contribute for the scientific and technological knowledge in the search of new materials that it's can be used in an easy and economical way by the communities in the production of popular houses.

Initially the characterization of the waste was carry out, defined the mixtures residue-cement with the largest waste use in the production of the bricks, used strength test to the compression and water absorption.

It can be ended that the results that the ecological bricks with waste addition in up to 50% in mass, its has an increase in your strength arriving at 3,21 MPa to 28 days, and the water absorption in the blocks is increased with the time, of agreement specifications of the ABNT NBR-8491 and NBR-10836.

Keywords: Ornamental rocks waste, ecological bricks, strength and popular house.