

# **Caracterização de Alguns Aspectos Tecnológicos de Tijolos de Solo-Cimento Confeccionados com Rejeito de Serragem de Rochas Ornamentais**

**Rodrigo Alvarenga**

Estagiário, Técnico em Mineração, IFES

**Antônio Pinheiro**

Orientador, Eng. Minas, M. Sc.

**Leonardo Silveira**

Supervisor, Gélogo, D. Sc.

## **Resumo**

O setor de rochas ornamentais produziu em 2008 cerca de 105,0 milhões de toneladas de material processado. A China, Índia e Turquia lideram o ranking dos maiores produtores mundiais desse segmento, tendo o Brasil na 6ª posição. O país possui uma diversidade de 1200 tipos de rochas ornamentais, sendo o principal pólo produtor o Estado do Espírito Santo. Os principais centros produtores deste estado enfrentam problemas no tocante a disposição dos rejeitos gerados por essa cadeia produtiva. Na etapa de serragem, aproximadamente 25% a 30% dos blocos se transformam em resíduos na forma de lama abrasiva que geralmente é composta por água, granalha, cal e rocha moída. A utilização do rejeito de serragem de granitos ornamentais para a confecção de tijolos de solo-cimento pode contribuir para uma diminuição do passivo ambiental gerado por esse setor produtivo. Para tanto, faz-se necessário determinar parâmetros de resistência e propriedades físicas mínimas aceitáveis para que tal produto possa ser utilizado na construção civil. Neste trabalho foram utilizados três traços de argamassa com proporções distintas de resíduos de serragem e se determinou os índices físicos e alguns parâmetros físico-mecânicos. Dos três traços testados o que melhor apresentou valores de resistência a flexão bem como menores valores de índices físicos foi o de traço número 1, composto de cimento (15%), pó de rocha (30%) e Areia (55%).

## **1. Introdução**

O beneficiamento primário (desdobramento do bloco) constitui a primeira etapa do processo de industrialização das rochas ornamentais. O processo de desdobramento de bloco é feito, principalmente, através de teares do tipo multilâminas. A serragem nestes teares é executada através de um quadro com lâminas de aço fixadas paralelamente, que desenvolvem movimentos pendulares sobre o bloco. O processo é auxiliado por uma polpa composta por água, cal e granalha, que é jorrada continuamente sobre o bloco através de um chuveiro (SETEC, 2007). Essa mistura abrasiva é recolhida por um escoadouro posicionado sob o tear e reutilizada por bombeamento contínuo em circuito fechado. O rejeito produzido neste processo, na maioria dos casos, é disposto em tanques de decantação ou colocado em aterros após sua desumidificação. Alguns trabalhos vem tratando do assunto de utilizar tal produto com elemento constituinte de misturas para confecção de telhas, tijolos, etc. Em parceria com a empresa Construeco, com sede no município de Cariacica-ES, este trabalho visou caracterizar três tipos de tijolos produzidos pela referida empresa

## 2. Objetivo

Este trabalho visa contribuir na caracterização de tijolos de solo-cimento confeccionados com rejeito de serragem de granitos ornamentais, com vista a uma possível utilização construção civil.

## 3. Materiais e Métodos

Primeiramente processou-se uma revisão bibliográfica acerca de temas pertinentes a elaboração deste trabalho. Dentre os assuntos abordados os principais foram: rochas para fins ornamentais; processo de serragem de granitos ornamentais; ensaio de caracterização tecnológica em rochas ornamentais e utilização de rejeito de serragem na construção civil. Dentre as principais fonte bibliográficas consultadas pode-se citar Teixeira, *et.al.* (2000), Frazão (2002), Chiodi Filho (2004), Ribeiro & Silveira (2006), Press *et.al.* (2008) e Roberty (2008).

Posteriormente processou-se uma visita a empresa Construeco para a definição de quais materiais seriam escolhidos para a realização dos ensaios de caracterização e de índices-físicos. Optou-se em escolher os 3 tipos mais comercializados pela empresa. Os tijolos são feitos com o auxílio de uma prensa manual (Figura 1) cujo material que será utilizado para a confecção dos tijolos, diferentes proporções de solo, argila, cimento, areia, rejeito e água, é colocada para a compactação. A tabela 1 mostra o traço dos três materiais escolhidos para essa pesquisa.



Figura 1 – Prensa utilizada para a confecção dos tijolos de solo-cimento.

Tabela 1 - Traços composicionais dos tijolos de solo-cimento

TRAÇO	COR	CIMENTO (%)	PÓ DE ROCHA (%)	ARGILA (%)	AREIA (%)
1	Cinza	15	30	****	55
2	Rosa	15	****	65	20
3	Bege	10	45	45	****

Com a coleta das amostras na empresa foi possível realizar a determinação dos índices-físicos, segundo a norma NBR 8491/84 (Figuras 2 e 3) e realizar o ensaio de flexão, de acordo com a norma NBR 15845/2010 (Figura 4). O ensaio de resistência a flexão foi realizado em prensa cedida pelo Laboratório de Caracterização de rochas do Departamento de Mineração do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), localizado na cidade de Cachoeiro de Itapemirim-ES.



Figura 2 – Imersão dos corpos de prova em água para a determinação dos índices físicos.



Figura 3 - Pesagem dos corpos de prova submetidos a determinação dos índices físicos.

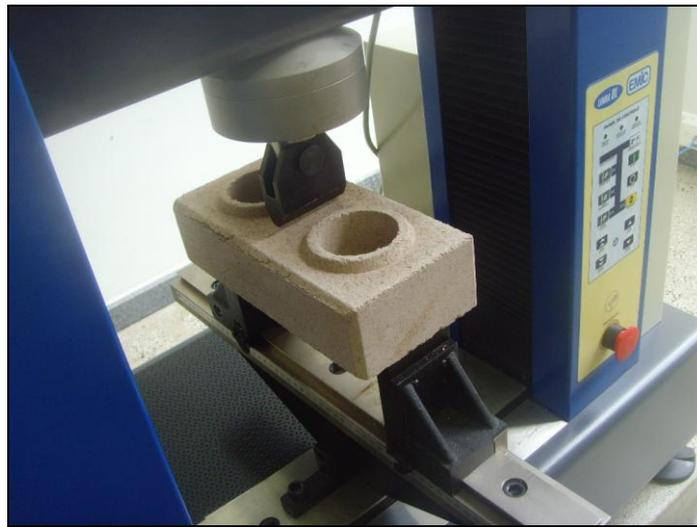


Figura 4 – Prensa utilizada no ensaio de resistência a flexão.

#### 4. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para os três traços dos tijolos de solo cimento são apresentados a seguir (Tabela 2). De acordo com a norma NBR 8491/84 diz que a absorção d'água dos tijolos de solo-cimento não deve apresentar valores médios superiores a 20%, nem valores individuais superiores a 22%. Os resultados dos índices físicos mostraram que o tijolo com o traço 3 apresentou valor de 24% para este parâmetro, estando este em desconformidade com a norma supracitada. Os melhores resultados de porosidade e absorção d'água foram encontrados nos tijolos com traço 1, além de apresentarem os maiores valores de massa específica. Tal fato se deve, possivelmente, a uma melhor conformidade entre as partículas de areia e de rejeito de serragem, o que propiciou um menor índice de vazios e um aumento da massa específica.

Tabela 2 – Resultado da determinação dos índices físicos para as amostras de solo-cimento.

TRAÇO	MASSA ESPECÍFICA g(cm <sup>3</sup> )		Porosidade (%)	Absorção D'água (%)
	Seca	Saturada		
1	1,82	2,08	25,33	13,88
2	1,69	2	30,58	18,09
3	1,54	1,91	36,91	24,04

Os gráficos gerados nos ensaios de resistência a flexão podem ser visualizados nas Figuras 5, 6 e 7. O traço que apresentou maior resistência a flexão foi o traço 1 com 1,283 MPa.

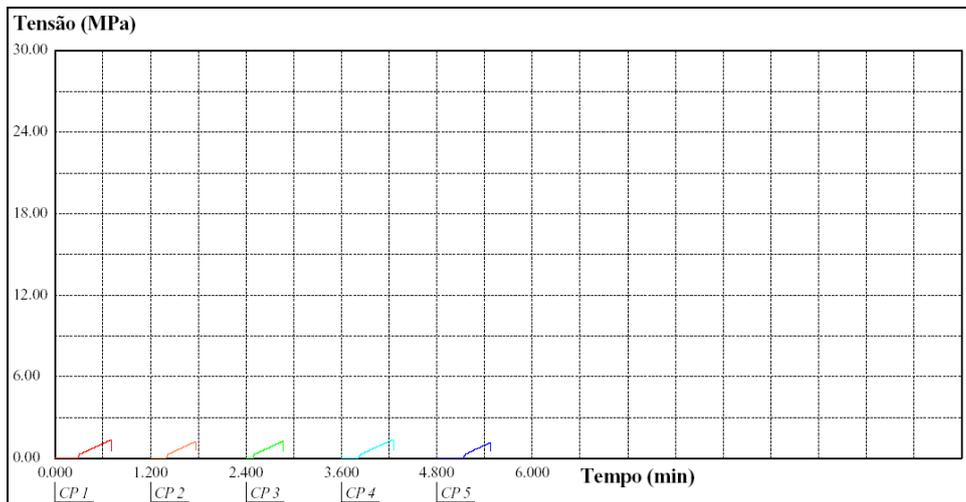


Figura 5 – Gráfico de carregamento no ensaio de flexão em tijolos com traço 1.

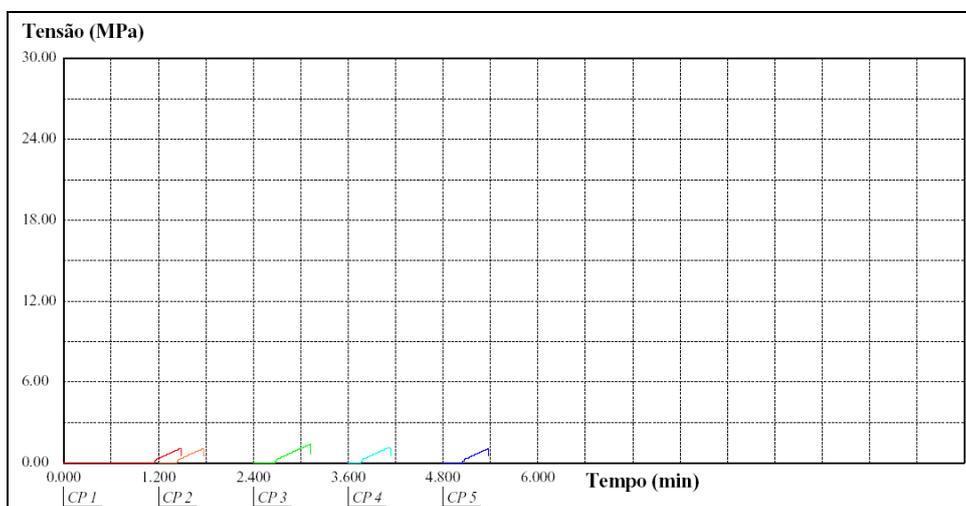


Figura 6 – Gráfico de carregamento no ensaio de flexão em tijolos com traço 2.

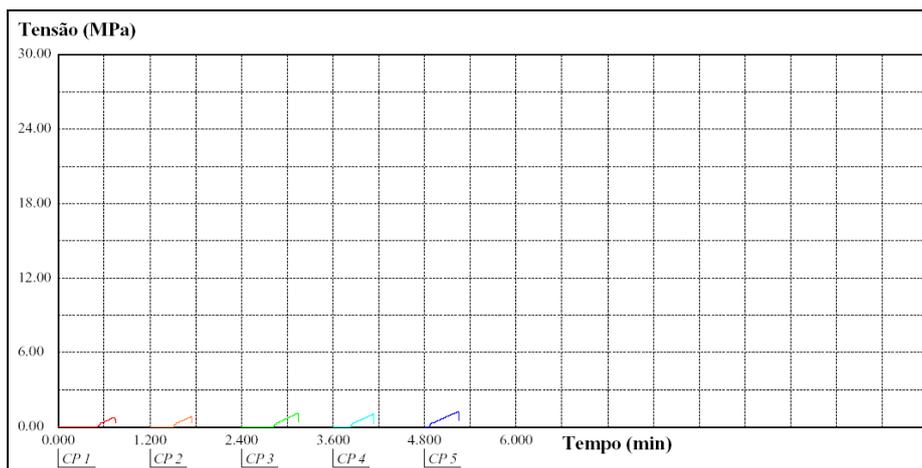


Figura 7 – Gráfico de carregamento no ensaio de flexão em tijolos com traço 3.

## 5. Considerações Finais

Dentre as misturas de solo-cimento pesquisadas as amostras com traço 1 (15% cimento, 30% pó de serragem e 55% de areia) foram as que apresentaram melhores resultados de índices físicos, bem como resistência a flexão. O traço 3 (10% cimento, 45% pó de serragem e 45% argila) apresentou os piores resultados de flexão além de possuir 24% de absorção d'água. É possível concluir que tijolos com percentagens de cimento inferiores a 15% inviabiliza a sua utilização. A tentativa de desenvolver tijolos com traços que contenham percentagens maiores de pó de serragem e menores areia pode dar resultados interessantes. A realização de ensaios de compressão uniaxial e velocidade de pulso ultrassônico são sugestões para trabalho futuros com esses materiais estudados.

## 6. Agradecimentos

Este trabalho gostaria de agradecer a participação das seguintes entidades:

Ao Departamento de Mineração do IFES, na figura do professor Antônio Pinheiro orientador do aluno ao longo desta pesquisa;

Ao Laboratório de Caracterização Tecnológica do IFES pela cessão do equipamento para a realização dos ensaios de resistência a flexão;

A empresa Construeco pela doação dos tijolos de solo-cimento.

## 7. Referências Bibliográficas

ABNT NBR 15845: Rochas para revestimento – Métodos de ensaio. 2010.

ABNT NBR 9491: Tijolo maciço de solo-cimento – Especificação. 1984.

BRASÍLIA. Setec. Eliezer Moreira Pacheco. **Rochas Ornamentais:** Fases do processo de produção de rochas. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf3/publica\\_setec\\_rochas.pdf](http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf3/publica_setec_rochas.pdf)>. Acesso em: 21 jun. 10.

CID CHIODI FILHO (Brasil). **CONHEÇA AS ROCHAS ORNAMENTAIS:** Rochas Siliáticas - Granitos . Disponível em: <[http://www.abirochas.com.br/rochas\\_ornamentais\\_02\\_1.php](http://www.abirochas.com.br/rochas_ornamentais_02_1.php)>. Acesso em: 13 jan. 2010.

ELY BORGES FRAZÃO **TECNOLOGIA DE ROCHAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL:** PRINCIPAIS TIPOS DE ROCHAS USADAS COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO. São Paulo. 2002. Cap. 3, p. 13-14.

LUCIANA ROBERTY (Brasil). Pedras Ornamentais na economia. **Pedras do Brasil:** Revista da cadeia de pedras ornamentais e construção civil, Brasil, v. 65, n. , p.30-31, jan. 2008.

PRESS, Frank et al. **Para entender a terra.** 4ª São Paulo: Bookman, 2006. 656 p.

RIBEIRO, Rogério Pinto & SILVEIRA, Leonardo Luiz Lyrio. **APLICAÇÃO DE BASES CONCEITUAIS DE TRIBOLOGIA NO BENEFICIAMENTO DE GRANITOS ORNAMENTAIS:** Beneficiamento Primário. Disponível em: <<http://www.fipai.org.br/Minerva%2001%2801%29%2006.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2010.

TEIXEIRA, Wilson. **Decifrando a terra.** 2ª reimpressão São Paulo: Oficina de Textos, 2003. 558 p.