



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

ESTUDO DO FATOR ÁGUA/CIMENTO PARA A CONFECÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS DE SOLO-CIMENTO INCORPORADOS COM RESÍDUOS GERADOS NO BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

Natália de Oliveira SANTIAGO¹, Djane de Fátima OLIVEIRA¹, Antônio Augusto de SOUSA², Cecília Sousa MUNIZ², Luciene Maria Machado da SILVA², Marcelo Douglas de SOUSA².

¹ Departamento de Química, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Campus I, Campina Grande-PB. E-mail: nathy.santhiago@hotmail.com Telefone: (83)8874 8116.

² Departamento de Química, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Campus I, Campina Grande-PB. E-mail: djaneuepb@yahoo.com.br Telefone: (83)8704 3480.

RESUMO

Nos últimos tempos, a sociedade capitalista tem poluído a natureza pelo consumo exagerado de produtos industrializados que, ao serem descartados, acumulam-se no ambiente, causando danos ao planeta e à própria existência humana. Por essa alta demanda as grandes indústrias de beneficiamento de rochas ornamentais estão hoje enfrentando dificuldades no gerenciamento desses rejeitos, com isso as organizações ambientais têm tomado à frente neste problema aumentando a fiscalização e cobrando por iniciativas e investimentos em pesquisas no direcionamento para reciclagem dos resíduos. De acordo com as características desses produtos, na qual são materiais de estudo nesta presente pesquisa, possibilitam à aplicação numa ampla área. Essa pesquisa teve como objetivo avaliar o fator água/cimento dos tijolos fabricados com resíduos sólidos gerados no beneficiamento de rochas ornamentais. Para a determinação da relação água/cimento ideal de cada composição (com respectivos teores de resíduos), foram realizados ensaios variando-se a relação a/c (três para cada traço) onde de acordo com os ensaios as maiores resistências à compressão simples ocorreram com a relação água/cimento 0,86.

PALAVRAS CHAVE: Tijolos de solo-cimento, rochas ornamentais, absorção de água.

1 INTRODUÇÃO

A produção mundial de rochas ornamentais é de aproximadamente 68 milhões de t/ano, sendo, deste total, 59,2% relativos às rochas carbonáticas (mármore), 35,8% para as rochas silicáticas (granito) e 5% de ardósia entre outras rochas. Os principais mercados produtores e exportadores são a China, Itália, Espanha, Irã, Índia e o Brasil. A produção brasileira gira em torno de 6 milhões t/ano, derivadas de 1.500 frentes de lavras em atividade. Estima-se a existência de 11.100 empresas no setor atualmente. (Gazeta, 2005).

O setor de rochas ornamentais vem crescendo a cada ano devido à quantidade de rochas que são exportadas. Em 2006 a produção brasileira de rochas



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

ultrapassou 7,5 milhões de toneladas. Já em 2007 a produção chegou a 7,9 milhões, ou seja, um crescimento de 6% (ABIROCHAS, 2007).

O setor de mineração e beneficiamento de rochas ornamentais no Brasil tem apresentado um considerado crescimento, gerando riquezas e empregos, destacando-se como um dos principais exportadores de rochas ornamentais no mundo, juntamente com Itália, China e Índia, isso pelo fato do Brasil possuir uma riqueza natural vasta e de grande destaque mundial.

Mas esse conceito tem mudado de acordo com os anos, pois se passou a observar com mais responsabilidade esse tipo de serviço pelo fato de que em seu processo de beneficiamento é produzida uma substância na qual o chamam de resíduo onde o nome já identifica resto, detrito, resquício algo que até então não se utilizavam, as empresas não o gerenciavam, sendo então lançados no próprio ambiente natural.

O emprego de resíduos na construção civil pode se tornar uma atividade de extrema importância e mais frequente dada a diversidade, a quantidade disponível e a potencialidade. Verifica-se a possibilidade de minimização dos impactos ambientais e uma contribuição à preservação do meio ambiente (CINCOTTO; KAUPATEZ, 1988) evidenciando por uma provável redução no consumo de energia e matéria-prima além do aproveitamento de materiais regionais trazendo riqueza ao nosso estado.

O descarte deste material cada vez mais difícil e oneroso para as indústrias é motivo de preocupação para a sociedade civil e pelos ambientalistas é fonte de contaminação e/ou poluição do meio ambiente, causando assoreamento dos rios e lagoas, além de mudanças de pH, fluxo hídrico e grau de turbidez nas águas. O que leva diversos países, inclusive o Brasil a realizarem pesquisas sobre reciclagem deste resíduo para várias finalidades, de forma especial o setor da construção civil. Nesse contexto novos materiais venham ser desenvolvidos de forma sustentável estabelecendo uma relação viável de custo – benefício sem desprezar a cultura, a realidade de consumo, os limites da mão-de-obra e ambientais.



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

Porém, alguns métodos com características e tradição de diversos povos ainda resistem ao tempo, ou seja, o uso da tecnologia do solo – cimento é uma destas e vem desde o antigo Egito e adaptada aos dias de hoje, torna justificável sua aplicação em qualquer empreendimento comprovado em vários continentes como América do Norte, Europa e até no Brasil.

Esse sistema, como o próprio nome diz, é uma mistura compactada de terra, cimento e água, curada a sombra e com total dispensa da queima ou qualquer outro método artificial para estabilizar o composto, sem agredir o meio ambiente (FILHO et al, 2005).

Partindo deste princípio motivador, para esta pesquisa tentou-se encontrar o fator água/cimento ideal para a fabricação de tijolos ecológicos de solo-cimento incorporados com resíduo de granito proveniente do desdobramento de blocos de rochas ornamentais para construção de habitações populares, preservando o meio ambiente e contribuindo para o desenvolvimento sustentável visando reduzir o passivo ambiental nas indústrias de granito e tentando amenizar economicamente os custos de construções populares através de soluções ecologicamente corretas.

2 METODOLOGIA

2.1 Determinação da relação água/cimento (a/c)

Na determinação da relação água/cimento ideal de cada composição (com respectivos teores de resíduo de granito), foram realizados ensaios variando-se a relação a/c. Essa relação é dada dividindo a quantidade de água (g) pela quantidade de cimento (g), sendo adimensional este valor.

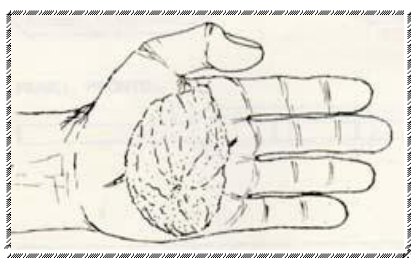
Para cada relação a/c foram moldados 3 (três) tijolos, sendo que foram determinadas as suas respectivas massas e resistências à compressão simples (RCS). Observou-se também o critério do teste da mão - que consiste em formar



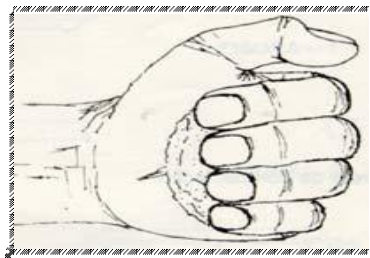
Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

com as mãos um “bolo” que mantivesse sua forma inalterada ao abrir a mão (Figuras 1, 2 e 3) e a presença dos veios d’água nos tijolos logo após a moldagem.

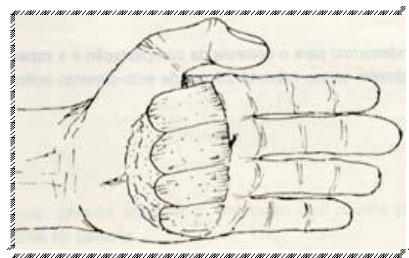
Figura 1: Mão com a mistura. Figura 2: Mão com o bolo. Figura 3: Mão aberta com o bolo.



Fonte: Cartilha (1999).



Fonte: Cartilha (1999).



Fonte: Cartilha (1999).

A variação da relação água/cimento adotada inicialmente foi baseada em dados da literatura, principalmente em estudos de Oliveira (2004), onde as relações adotadas estão dentro destas faixas de variação, para os mesmos traços estudados. Para cada traço fez-se o estudo com três fatores água/cimento. Foram adotados 4 traços: 1:7:2, 1:6:3, 1:5:4 e 1:4,5:4,5 (Cimento, solo e resíduo granítico respectivamente). Para cada composição foram confeccionados 18 tijolos, os quais serviram de base para os ensaios tecnológicos de acordo com todas as normas técnicas.

2.2 Resistência à Compressão Simples (RCS)

A Resistência a Compressão Simples foi determinada segundo a norma ABNT NBR 10836/94 - “Bloco Vazado de solo-cimento sem função estrutural – Determinação da Resistência a Compressão e da Absorção de água”. A norma vigente determina que a resistência média dos tijolos de solo cimento deve ser igual ou superior a 2,0 MPa aos sete dias de idade, com valores individuais maiores que 1,7 MPa.



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

Nos ensaios de resistência, primeiramente, serraram-se os tijolos ao meio para garantir uma maior simetria, logo após foram capeados com espátulas favorecendo superfícies planas e uma maior estabilidade. As duas metades do mesmo tijolo foram sobrepostas e colocadas na prensa de modo que o centro de gravidade estivesse no eixo de carga da prensa manual.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para analisar a RCS foi seguido à norma da ABNT NBR 10836/94. Onde conseguiu obter melhores fatores de água/cimento em relação à resistência como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Ensaio de RCS e relação fator água/cimento.

Traço	(a/c)	Período de Cura (dias)		
		7	28	60
1:7:2	1,00	1,5	3,3	4,2
	0,86	2,5	5,5	7,4
	0,72	1,2	4,3	5,0
1:6:3	1,00	1,9	5,5	6,3
	0,86	2,2	4,5	3,2
	0,72	1,2	3,3	5,9
1:5:4	1,00	2,9	3,5	8,5
	0,86	2,9	4,1	7,9
	0,72	1,2	3,9	6,5



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

	1,00	1,2	3,1	4,2
1:4,5:4				
5	0,86	1,2	3,3	1,3
	0,72	1,2	4,7	3,9

Fonte: Própria (2012).

Pode-se observar de acordo com a Tabela 1:

- 1 Os ensaios utilizados para se obter um melhor fator água/cimento em relação à resistência foram realizados com os seguintes valores 1,00, 0,86 e 0,72 onde de acordo com os ensaios as maiores resistências à compressão simples ocorreram com a relação água/cimento 0,86;
- 2 Os ensaios mostram que o tijolo ecológico tem um aumento em sua resistência com o tempo, principalmente com 40% de adição de resíduo (traço 1:5:4) de rocha ornamental, onde o valor foi de 7,9 MPa para uma cura de 60 dias. É visto ainda que praticamente todos os traços apresentaram resultados que atenderam as exigências da NBR 10836 de resistência mínima de 2 MPa aos 28 dias.

4 CONCLUSÃO

O aproveitamento dos resíduos de granito na fabricação de tijolos de solo-cimento pode configurar-se numa prática ecologicamente correta, pois pode contribuir no sentido de reduzir o volume de material descartado na natureza e a exploração dos recursos naturais e assim preservar o meio ambiente.

O traço 1:5:4 foi o que apresentou melhores resultados de acordo com as normas estabelecidas com base nos ensaios de resistência à compressão simples (7,9 MPa) e fator água/cimento (0,86).

REFERÊNCIAS

ABIROCHAS. Balanço das exportações e importações de rochas ornamentais em 2007. São Paulo, ABIROCHAS, 2008. Disponível em



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

http://www.ivolution.com.br/news/upload_pdf/5978/Retrospectiva_2007.pdf. Acesso:
30 de março de 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10836: **Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural – Determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Método de ensaio.** Rio de Janeiro, RJ, 1994. 2p.

CARTILHA PARA PRODUÇÃO DE TIJOLO SOLO-CIMENTO. Fundação de Tecnologia do Estado do Acre Departamento Técnico e de Produção. Disponível em: http://201.67.42.66:8051/web/apps/upload/arq_1162996746.pdf. Acesso em 28 de outubro de 2012.

CINCOTTO, Maria A.; KAUPATEZ Ros Mary. **Seleção de matérias quanto à atividade pozolânica.** In: Tecnologia de edificações. São Paulo: PINI/IPI, 1988, p. 23-26.

FILHO, H. F. M.; POLIVANOV, H.; MOTHÉ, C. G.; **reciclagem dos resíduos sólidos de rochas ornamentais, anuário do Instituto de Geociências, UFRJ, Vol. 28-2/2005, p. 139-151.**

OLIVEIRA, D. F. **Contribuição ao Estudo da Durabilidade de Blocos de Concreto Produzidos com a Utilização de Entulho da Construção Civil.** Universidade Federal de Campina Grande. Tese de Doutorado, 2004.