

## **RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DE ARGAMASSAS COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGLOMERANTE POR RCMG**

**Yago R. Rocha<sup>1</sup>**  
**William de Paiva<sup>2</sup>**  
**Daniel E. Bezerra<sup>3</sup>**  
**Antônio A. P. Sousa<sup>4</sup>**  
**Djane F. Oliveira<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental, UEPB, Campina Grande – Paraíba, Brasil, yagorochads@gmail.com

<sup>2</sup> Professor Dr. do departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UEPB, Campina Grande – Paraíba, Brasil, wili123@ig.com.br

<sup>3,4</sup> Professor Dr. do Departamento de Licenciatura em Química, UEPB, Campina Grande – Paraíba, Brasil, aauepb@gmail.com

<sup>5</sup> Professora Dra. do Departamento de Química Industrial, UEPB, Campina Grande – Paraíba, Brasil, djaneufcg@yahoo.com.br

### **Introdução**

A produção de rochas ornamentais tem como principal determinante a vocação geológica de uma determinada região que por sua vez tenha gerado condições geológicas adequadas ao seu aproveitamento. Desde o ano de 1990 o comércio de rochas ornamentais contribui em grande escala na economia brasileira (VIDAL, 2002).

O beneficiamento das rochas ornamentais se resume em três etapas sucessivas: a extração dos blocos das jazidas ou pedreiras, desdobramento dos blocos que inclui o processo de corte ou serragem e a terceira etapa é o acabamento que é realizado por meio de levigamento, polimento e lustração (FILHO, 2006).

De acordo com Barros et al. (2006) a etapa de desdobramento gera a maior quantidade de resíduos, os blocos são colocados em máquinas denominadas teares que, através da fricção entre barras de aço e o material abrasivo, provocam o corte dos blocos, gerando placas. O material abrasivo é constituído inicialmente por água, material ligante (cal hidratada) e granalhas de aço. De acordo com o processo de corte do bloco, este material ligante fica com um teor maior de pó de rocha. Como forma de reutilizar a lama abrasiva o material é bombeado diversas vezes até que a sua consistência atinja um alto teor de pó de rocha tornando inviável a repetição deste procedimento. Por fim, a lama é levada para decantação até adquirir rigidez para sua retirada. A lama em seu estado final é denominada Resíduo de Corte de Mármore e Granito (RCMG).

Atualmente, e em grande parte dos casos, não existe nenhuma preocupação com o meio ambiente, sendo o rejeito jogado diretamente em lagoas e rios, sem nenhum tratamento prévio, constituindo um sério problema ambiental (SILVA et al., 2005).

Segundo Moura e Gonçalves (2002) o ramo da construção civil é um setor tecnológico que consome uma grande quantidade de materiais e parece ser o mais indicado para absorver resíduos sólidos. Nesse ramo, a argamassa é produzida em larga escala e é definida como uma mistura homogênea composta por cimento (aglomerante), aglomerados inorgânicos e água, como estabelece a NBR 13281 (ABNT, 2005).

Assim, visando redução de gastos e de materiais utilizados na fabricação da argamassa, além de propor principalmente uma destinação correta para o RCMG, esse trabalho objetiva realizar um ensaio de uma norma NBR 7215 (ABNT, 2006), testando a Resistência a Compressão de uma argamassa com substituição de parte do aglomerante pelo RCMG.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ensino Tecnológico em Química (LETEQ) do Campus I da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), em Campina Grande-PB e o rompimento dos corpos de prova foram realizados no Laboratório Núcleo de Pesquisas de Engenharia Gerais (NPEG) da Faculdade Maurício de Nassau Campus II Campina Grande-PB.

De acordo com NBR 7215 (ABNT, 1996) – “Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão”, para elaboração da argamassa foi estabelecido o traço 1:3 (uma porção de cimento para três de areia), em massa, e com fator água/cimento de 0,48. A partir do traço definido foi estabelecido os percentuais de 10 e 20% de RCMG em relação a quantidade de cimento utilizada na composição da argamassa.

A granulometria da areia utilizada está especificada na Figura 1. Segundo o sistema unificado de classificação dos solos, o solo apresentou-se no grupo SP, identificado como areia e areia com pedregulhos mal graduados sem finos ou com pequenas quantidades.

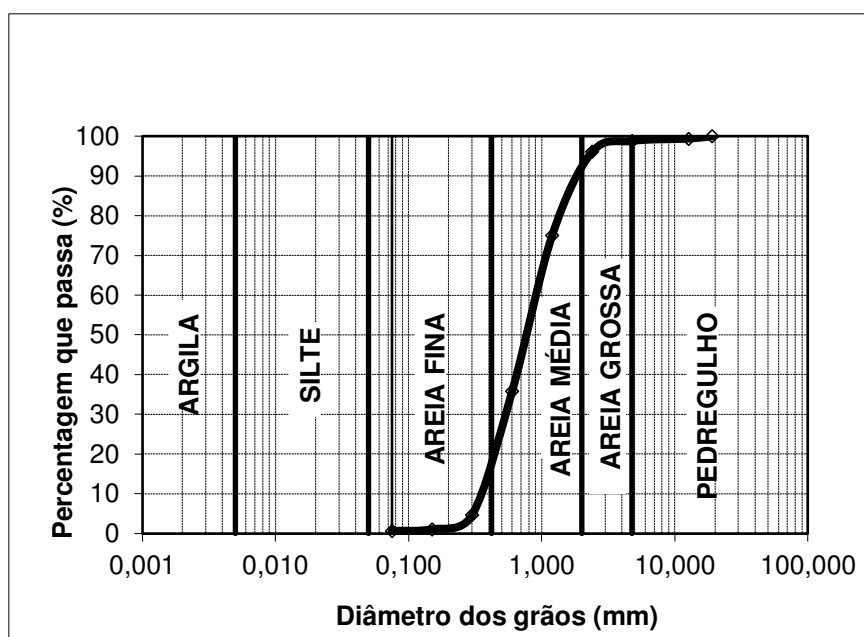


Figura 1. Gráfico granulométrico da areia.

Tabela 1. Quantidade de materiais utilizados

Componentes	0% de RCMG	10% de RCMG	20% de RCMG
Cimento Portland – CP II	624 g	562 g	499 g
Areia	1872 g	1872 g	1872 g
Água	300 g	300 g	300 g
Resíduo (RCMG)	0 g	62 g	125 g

As argamassas produzidas foram ensaiadas em três níveis de RCMG (0, 10 e 20%), aplicadas a 3 e 28 dias de idade, utilizando a quantidade de material estabelecido na Tabela 1.

A homogeneização da argamassa, para todos os corpos-de-prova, foi feita através de uma mistura mecânica, colocando inicialmente na cuba toda a quantidade de água e adicionando o cimento e o RCMG, para os casos onde este é utilizado. Sem parar a mistura, foram adicionadas quatro porções de 468 g de areia normalizada.

Antes a preparação da massa, os moldes foram untados em toda superfície interna com uma leve camada de óleo. Após a preparação da argamassa, a moldagem dos corpos-de-prova foi realizada com o auxílio da espátula colocando-a em quatro camadas de alturas aproximadamente iguais, recebendo cada camada 30 golpes uniformes com o soquete normal, homogeneamente distribuídos. Esta operação deve ser terminada com o nivelamento do topo dos corpos-de-prova, por meio da régua. Os moldes possuem 50 mm de diâmetro e 100 mm de altura.

Logo após a moldagem, os corpos-de-prova, ainda nos moldes permaneceram em repouso no laboratório durante um período de 20-24 horas. Depois deste período, os corpos-de-prova foram retirados das formas e imersos em um tanque com água não corrente e separados entre si. Após os tempos 3 e 28 dias de cura em água, os corpos-de-prova foram retirados do tanque. Por fim os corpos foram submetidos ao teste de resistência a compressão como estabelece a NBR 7215 (ABNT,1996).

O desvio relativo máximo foi calculado dividindo o valor absoluto da diferença entre a resistência média e a resistência individual que mais se afaste desta média, para mais ou para menos, pela resistência média e multiplicando este quociente por 100. A porcentagem obtida deve ser arredondada ao décimo mais próximo. Quando o desvio relativo máximo foi maior que 6%, uma nova média foi calculada desconsiderando o valor discrepante, e esses estão certificados com um asterisco nas Tabelas 2 e 3.

## Resultados e Discussão

### *Resistências individuais, médias e desvio relativo máximo*

As resistências individuais dos quatro corpos de prova, a média e o desvio relativo máximo para cada teor de substituição estão descritas na Tabela 2 (3 dias de cura) e Tabela 3 (28 dias de cura).

Tabela 2. Resistência à compressão (Mpa) após 3 dias de cura

0% de RCMG		10% de RCMG		20% de RCMG	
CP1	10,8	CP1	7,7	CP1	7,0
CP2	11,6*	CP2	6,9	CP2	7,0
CP3	10,4	CP3	7,3	CP3	7,7*
CP4	10,8	CP4	8,5*	CP4	6,7
Média	10,6	Média	7,3	Média	6,9
Desvio Relativo	1,90%	Desvio Relativo	5,50%	Desvio Relativo	2,90%

Tabela 3. Resistência à compressão (Mpa) após 28 dias de cura

0% de RCMG		10% de RCMG		20% de RCMG	
CP1	16,3	CP1	16,4	CP1	11,9
CP2	20,3*	CP2	12,3*	CP2	11,6
CP3	18,1	CP3	15,6	CP3	11,8
CP4	17,1	CP4	15,6	CP4	11,9
Média	17,1	Média	15,8	Média	11,8
Desvio Relativo	5,80%	Desvio Relativo	3,70%	Desvio Relativo	2,50%

Ao analisar os resultados apresentados nas Tabelas 2 e 3, observou-se a diminuição da resistência dos corpos de prova devido à adição do resíduo, verificando-se que quanto maior a quantidade de resíduo utilizada menor a resistência média obtida. Para que o cálculo do desvio relativo máximo fosse menor que 6% como estabelece a NBR 7215 (ABNT,1996), em todas as colunas foi desconsiderado o valor mais discrepante, marcando-os com asterisco, e calculada uma nova média com os três valores restantes. Os novos desvios relativos ficaram abaixo de 6% atendendo a exigência da norma. Pode-se observar na Figura 2 a relação entre a resistência à compressão simples e o tempo de cura para as diferentes porcentagens de RCMG.

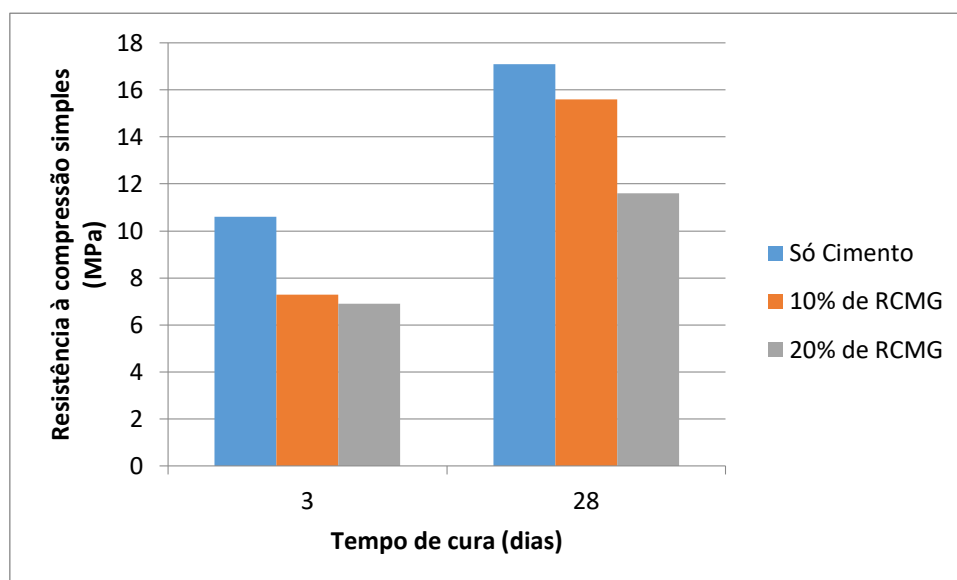


Figura 2. Relação entre a resistência à compressão simples e o tempo de cura.

### Conclusão

Após a realização do ensaio prescrito na norma NBR 7215 (ABNT, 1996), observou-se que a resistência da argamassa diminuiu a partir da adição do RCMG. Todavia verificou-se que para a adição de 10% e 20% de RCMG a média da resistência à compressão simples foi superior a 8MPa, podendo a argamassa ser classificada como P6 de acordo com a norma NBR 13281 (2005). Desta forma verifica-se uma alternativa para a destinação correta do RCMG e o produto apresenta resistência dentro dos padrões da referida norma de “Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – requisitos”.

### Referências

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13281. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro, RJ: 2005.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7214. Areia normal para ensaio de cimento – Requisitos. Rio de Janeiro, RJ: 2015.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7215. Cimento Portland -Determinação da resistência à compressão – Requisitos. Rio de Janeiro, RJ: 1996.
- BARROS, A. R., GOMES, P. C., BARBOZA, A. R., SILVA, J. L. Estudos e resultados sobre a utilização do resíduo do corte do mármore e granito em materiais à base de cimento. ENTAC, v. XI. 2006.
- FILHO, C. G. C. Relação entre processo de corte e qualidade de superfícies serradas de granitos ornamentais. 168. Dissertação (mestrado em geotecnia). UFSM, 2006.
- MOURA, W. A., GONÇALVES, J. P. Utilização do resíduo do beneficiamento de rochas ornamentais (mármore e granitos) na construção civil. ENTAC, v. IX. 2002.
- SILVA, J. B., HOTZA, D., SEGADÃES, A. M., ACCHAR, W. Incorporação de lama de mármore e granito em massas argilosas. Cerâmica, v.51, p.325-330. 2005.
- VIDAL, F. W. H. ed. Anais III Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste. Rio de Janeiro: CETEM/UFPE, 2002. 197p. 2002. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/685>.