

REUTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DE CORTE DO MÁRMORE E GRANITO NA PRODUÇÃO DE ARGAMASSA

Yago. R. Souza¹
William de Paiva²
Daniel. E. Bezerra³
Antônio. A. P. Sousa⁴
Djane Oliveira⁵

^{1,3} Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental, UEPB, Campina Grande – Paraíba, Brasil, yagorochads@gmail.com; dbezerra29@gmail.com

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

⁴ Professor Dr. do departamento de Química, UEPB, Campina Grande – Paraíba, Brasil, aauepb@gmail.com

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

Introdução

Com o crescimento acelerado dos diversos setores da indústria e do comércio devido a necessidade de satisfazer aos interesses da população, surge a problemática que envolve os impactos ambientais provocados devido aos resíduos gerados por esses setores, que refletem diretamente na qualidade de vida da população e na degradação do meio ambiente. Logo, uma alternativa ambientalmente adequada e economicamente viável além da destinação final adequada é a incorporação destes resíduos novamente na cadeia produtiva, por meio da reutilização ou reciclagem, com o intuito de reduzir a extração de recursos naturais, reduzir os custos de produção dos produtos finais e promover o consumo de produtos ecologicamente corretos (Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS, 2010).

Um dos setores que apresenta grande potencial produtivo e conseqüentemente grande capacidade de geração de resíduos é o setor de beneficiamento das rochas ornamentais (conhecidas como mármore e granito). Logo, as rochas ornamentais podem ser definidas como materiais geológicos naturais que podem ser extraídos na forma de blocos, cortados em diversas formas e beneficiados através de etapas sucessivas (MOTA et al., 2007). Segundo Filho (2006) o beneficiamento das rochas ornamentais basicamente pode se resumir em três etapas sucessivas. A primeira é a extração dos blocos das jazidas, na segunda etapa inicia-se o processo de desdobramento que inclui o corte dos blocos através dos teares com chapas de aço. Durante este processo é utilizado uma mistura de água, cal (calcário) e granalha de ferro conhecida como lama abrasiva, para resfriar e lubrificar a lâmina, evitando o desgaste da mesma e otimizando o corte. Por fim, a terceira etapa é a transformação das placas obtidas na etapa anterior em produto final através do processo de acabamento.

O resíduo sólido oriundo da lama abrasiva utilizada no processo de corte dos blocos, o RCMG, é geralmente destinado para terrenos no entorno da empresa ou lagoas de estabilização devido a sua complexidade de tratamento. Logo, a destinação final inadequada pode ocasionar a contaminação dos corpos hídricos próximos ao local de destinação e a descaracterização da paisagem afetando assim a fauna e a flora local e preocupando as autoridades públicas e a população que reside nos entornos da empresa que promove a extração e o beneficiamento das rochas ornamentais (MOTA et al., 2007). Como consequência disto surge a necessidade de pesquisar novas alternativas para a grande quantidade de resíduo sólido gerado proveniente do corte do mármore e granito e uma delas seria a sua reutilização para a produção de argamassa para assentamento e revestimento utilizada como material da construção civil, substituindo parte da massa do aglomerante (cimento) pelo RCMG.

Materiais de construção pode ser definido segundo Hagemann (2011) como qualquer material, ou objeto utilizado para realizar obras de engenharia. Segundo a associação brasileira de normas técnicas (ABNT) a partir da norma técnica brasileira NBR 13281 (2005) argamassa pode ser definida como “uma

mistura homogênea de agregados miúdos, aglomerantes inorgânicos e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria”.

Uma ferramenta estatística bastante utilizada em pesquisas científicas para garantir resultados confiáveis é o planejamento estatístico fatorial, que permite avaliar simultaneamente o efeito de um grande número de variáveis, a partir de um reduzido número de experimentos realizados, logo, essa técnica objetiva o estudo da influência de várias variáveis juntas em uma variável resposta. A superfície resposta é uma superfície traçada por dois eixos, o eixo das variáveis independentes e o eixo da variável resposta, possibilitando a visualização e a determinação dos pontos de otimização da variável resposta. Portanto, os planejamentos fatoriais possuem as propriedades de direcionar a pesquisa, proporcionar a estimação de parâmetros eficientes que possuem pouca variância e indicar o tamanho da amostra a ser determinada (RODRIGUES, 2009).

Material e Métodos

Iniciou-se a realização do experimento com a secagem do RCMG em uma estufa a 100 graus célsius por 24 horas. Em seguida ocorreu a trituração com o auxílio de um pilão e o peneiramento com o auxílio de uma peneira de malha 10, até a obtenção do RCMG em pó.

A determinação do índice de consistência seguiu os requisitos estabelecidos na norma técnica brasileira NBR 13276 (2005) para os três tipos de argamassa, 0% RCMG, 5% RCMG e 10% RCMG.

A produção da argamassa iniciou-se realizando a mistura em massa do massame (areia siltosa), cimento Portland CII E 32, RCMG e água potável obtida da rede de abastecimento, obedecendo o traço pré-estabelecido, 1:7, uma porção em massa de cimento (com ou sem RCMG) para sete de massame e utilizando o fator água/cimento igual a 1, respeitando as quantidades exatas em massa dos materiais para produção de 3 corpos de prova (Tabela 1).

Tabela 1. Quantidade em gramas dos materiais para cada tipo de argamassa

Tipo de argamassa \ Materiais	Massame (g)	Cimento (g)	RCMG (g)	Água (g)
0% RCMG	1127	161	0	161
5% RCMG	1127	152,95	8,05	161
10%RCMG	1127	144,9	16,1	161

A massa pronta foi obtida e então iniciou-se a produção de quatro series de três corpos de prova cilíndricos (5x10 cm) para cada argamassa, 0% de RCMG, 5% de RCMG e 10% de RCMG, substituindo parte da massa do cimento pela porcentagem equivalente de RCMG. Primeiramente untou-se os moldes com óleo mineral para facilitar o desmoldo dos corpos de prova após a cura inicial de 24 horas. Em seguida, foram preparados o preenchimento dos moldes em 4 camadas uniformes realizando a compactação com o auxílio de um soquete metálico realizando 30 golpes de adensamento por camada por todo o diâmetro do molde. Finalizando a última camada foi feito o nivelamento da mesma com o auxílio de uma régua metálica. Por fim, os corpos de prova foram inicialmente acondicionados e após 24 horas foram desmoldados e colocados para cura em um tanque com água e foram retirados apenas no dia da realização do ensaio de resistência a compressão simples, ensaio este que foi realizado aos 3, 7, 14 e 28 dias de cura (Figura 1).



Figura 1. Massa pronta, corpos de prova e ensaio de resistência a compressão simples.

Resultados e Discussão

Índice de consistência

O índice de consistência foi obtido a partir do fator água/cimento igual a 1, para que o resultado obtido estivesse entre 260 e 278 milímetros, representando respectivamente a argamassa de referência 0% RCMG e a argamassa com maior porcentagem de resíduo 10% RCMG. A partir do resultado obtido foi possível caracterizar indiretamente que os tipos de argamassa apresentaram trabalhabilidade regular, ou seja, os parâmetros capacidade de manuseio, aderência a colher de pedreiro, coesão ao ser transportada e tempo de endurecimento foram qualitativamente definidos como regular, pois não existe um ensaio específico para determinação da trabalhabilidade, portanto utiliza-se o índice de consistência como medida indireta.

Resistência a compressão simples

Para a determinação da resistência a compressão simples foram utilizados 3 corpos de prova cilíndricos (5x10 mm) para cada tipo de argamassa em cada tempo de cura, 3, 7, 14 e 28 dias. Observou-se que a resistência em megapascal (MPa) para argamassa de referência, 0% RCMG, apresentou maior resultado em todos os tempos de cura, seguido da argamassa com 5% de RCMG e da argamassa com 10% RCMG, resultando que a partir do aumento da porcentagem de RCMG na argamassa a resistência a compressão simples diminuiu, porém analisando a relação da resistência com o tempo, observou-se que todos os três tipos de argamassa apresentaram maior resistência com o passar do tempo, atingindo o maior valor no tempo de cura de 28 dias (Figura 2).

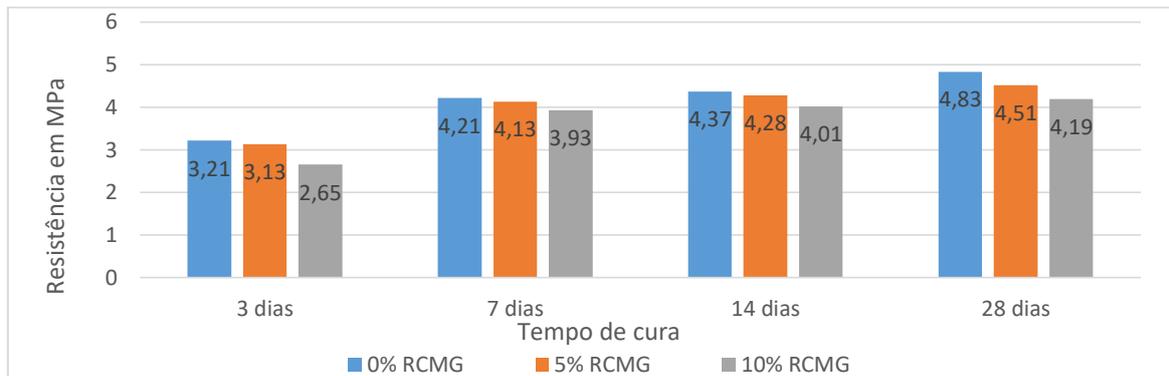


Figura 2. Relação da resistência a compressão simples com o tempo de cura.

A partir dos resultados obtidos foi realizado um Planejamento Fatorial, observa-se por meio do gráfico de Pareto que as variáveis independentes escolhidas, tempo e percentual de resíduos, foram significantes no processo, enquanto a interação entre elas mostrou-se pouco significativa (Figura 3).

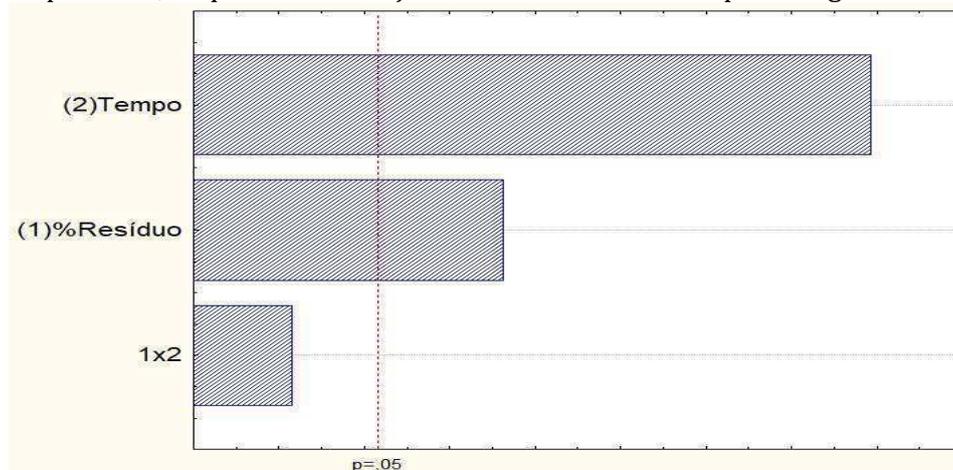


Figura 3. Relação da %Resíduo versus tempo.

A superfície resposta apresentada, foi construída a partir de um modelo linear que apresentou um coeficiente de determinação de 96,5% e significância para as parcelas das variáveis independentes, tempo e percentual de resíduos (Figura 4).

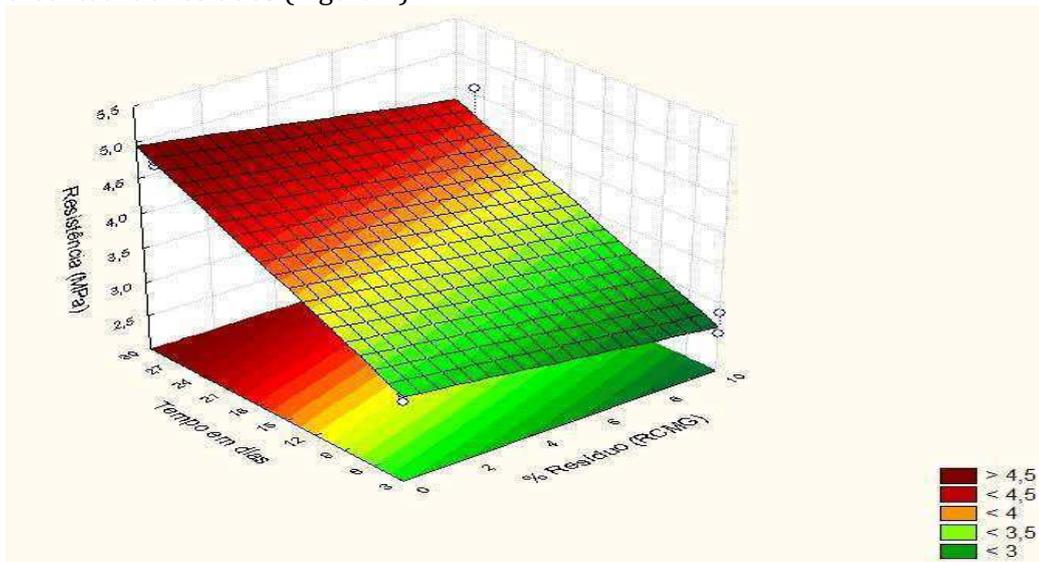


Figura 4. Obtenção da variável resposta a partir do planejamento fatorial.

Conclusão

Portanto, pode-se dizer que as argamassas produzidas a partir da incorporação do RCMG em substituição por parte da massa do aglomerante apresentaram influências negativas na resistência a compressão simples, uma vez que as argamassas que continham 5% e 10% de RCMG apresentaram menor valor de resistência do que a argamassa de referência, 0 % RCMG. Com relação ao índice de consistência, foi visto que as argamassas com RCMG não apresentaram influências significantes. Por fim, como um dos objetivos principais era propor uma alternativa ambientalmente adequada para destinação do resíduo de corte do mármore e granito, pode-se concluir que a incorporação de até 5% do RCMG em substituição por parte da massa do aglomerante pode ser uma alternativa viável para solucionar o problema, mediante pesquisas mais aprofundadas, como por exemplo a elaboração dos ensaios estabelecidos pela norma técnica brasileira NBR 13281 (2005) para classificação e validação da argamassa.

Referências

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13281. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.
- FILHO, C. G. C. Relação entre processo de corte e qualidade de superfícies serradas de granitos ornamentais. 168F. Dissertação (mestrado em geotecnia). UFSM, 2006.
- HAGEMANN, S. E. Materiais de construção básicos. Apostila da disciplina de materiais de construção básicos. IF Sul-Rio-Grandense. Rio Grande do Sul. 2011.
- Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010 (2010). Institui a política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1988; e dá outras providências. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 29 de agosto 2017.
- MOTA, D. J. Caracterização da lama abrasiva proveniente do corte de rochas ornamentais: um estudo comparativo. Associação norte-nordeste de química, 1-8. 2007.
- RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. Planejamento de experimentos e otimização de processos. Campinas, SP: Cárita Editora. 2009.