

ESTUDO DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DE BENEFICIAMENTO DE MÁRMORE E GRANITO (RBMG), COMO FÍLER, NA PRODUÇÃO DE CONCRETOS.

LOPES, João Luiz Macedo Prudêncio¹; **BACARJI**, Edgar²; **PAZINI FIGUEIREDO**, Enio José³; **RÊGO**, João Henrique da Silva⁴; **PEREIRA**, Alexandre Castro⁵.

¹Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia do Meio Ambiente (PPGEMA), pela Escola de Engenharia Civil (EEC); joaoluizmplopes@yahoo.com.br.

²Orientador Prof. Dr. do PPGEMA/EEC; edgar@eec.ufg.br.

³Co-Orientador Prof. Dr. do PPGEMA/EEC; epazini@eec.ufg.br.

⁴Co-Orientador Dr. PRODOC/CAPES; jhenrique@ig.com.br.

⁵MSc. Furnas Centrais Elétricas S.A; alexcasp@furnas.com.br.

Palavras-chave: resíduo, mármore, granito, concreto.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a maioria dos processos de atividade econômica, é fonte geradora de resíduos, que causam grande degradação ambiental, e não contribuem para um desenvolvimento sustentável.

Para a produção dos materiais da construção civil, há a necessidade do consumo dos recursos naturais, juntamente com o enorme gasto energético e a poluição do meio ambiente. Dessa forma, surge a reciclagem de resíduos como uma alternativa sustentável para a redução desses problemas.

O Resíduo de Beneficiamento de Mármore e Granito (RBMG), após passar pelas máquinas denominadas de cortadeira a jato de água, que fazem o corte das chapas ornamentais, e pelas politrizes, que realizam o polimento destas chapas por abrasão, é gerado na forma de lama, sendo drenado por um sistema de esgotamento, seguindo para os tanques de decantação, onde a água é reaproveitada e o material sólido é retirado dos tanques, e depositado no pátio das empresas, em terrenos clandestinos ou em caçambas, que são recolhidas e destinadas ao aterro sanitário.

No Brasil, produz-se, anualmente, cerca de 240.000 toneladas de Resíduo de Corte e Beneficiamento de Mármore e Granito (MOURA et al., 2002). De acordo com Gonçalves (2000), cerca de 20% a 30% das rochas é desperdiçado na forma de lama devido ao processo produtivo utilizado na indústria de beneficiamento de rochas ornamentais.

Considerando-se a grande quantidade de resíduo gerada e tentando contribuir para o desenvolvimento sustentável, alguns pesquisadores vêm estudando o aproveitamento de resíduos de rochas ornamentais na construção civil, como na produção de concretos (GONÇALVES, 2000), asfaltos (SOUZA, 1998), tijolos cerâmicos (NEVES et al., 1999).

O resíduo de beneficiamento de rochas ornamentais é classificado como sendo de Classe III – Inerte. Portanto, a sua utilização na construção civil não causa risco ambiental e nem a saúde humana. Porém, a lama do RBMG quando descartada de forma incorreta pode causar

LOPES, J. L. M. P.; BACARJI, E.; PAZINI, E. J.; RÊGO, J. H. S.; PEREIRA, A. C. ESTUDO DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DE BENEFICIAMENTO DE MÁRMORE E GRANITO (RBMG), COMO FÍLER, PARA A PRODUÇÃO DE CONCRETOS. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG – COMPEEX, 3, 2006, Goiânia. **Anais eletrônicos do III SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFG** [CD-ROM], Goiânia, UFG, 2006, 5 p.

graves problemas ambientais, como o assoreamento de rios, poluição dos mananciais, e também pode causar doenças à população.

Em função do grande volume de resíduos gerado pelas empresas de beneficiamento de rochas ornamentais na região metropolitana de Goiânia, e sabendo-se que ainda não há uma destinação final para esse material, o presente estudo tem o objetivo de avaliar a viabilidade técnica da utilização do RBMG, na forma de filer, como substituição parcial ao cimento na produção de concretos.

2. METODOLOGIA

O RBMG foi fornecido por três empresas distintas, de A, B e C. Após a coleta do material saturado, fez-se a secagem do resíduo, em uma estufa com temperatura de 100°C, por um período de 24 horas. Com o material seco, utilizou-se o moinho de bolas para o destorroamento do RBMG. Em seguida realizou-se o seu peneiramento, utilizando-se o material passante na peneira de diâmetro de 4,8 mm.

Para a confecção dos 168 corpos-de-prova cilíndricos com dimensões 10 cm x 20 cm, foram utilizados o cimento Portland composto (CP II F -32), brita de rocha granítica (diâmetro 19 mm), areia média natural de rio (diâmetro médio 2,40 mm), proveniente da cidade de Jaraguá em Goiás, e água potável da Empresa de Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO).

Os ensaios de caracterização química e física do resíduo, e física do cimento CP II – F 32 foram feitos nos Laboratórios do DCT da Empresa Furnas Centrais Elétricas S.A. Para a caracterização do RBMG realizaram-se a análise química, difração por Raios X, granulometria a laser, massa específica, índice de atividade pozolânica com a cal, pela NBR 5751 (ABNT, 1992), e com o cimento, pela NBR 5752 (ABNT, 1992), e o método de Fratini de acordo com a NBR 5753 (ABNT, 1992).

Os concretos de referência e das empresas, foram moldados com relações água/aglomerante igual a 0,50 e 0,65, e com os teores de substituição do RBMG de 10% e 20% em relação a massa do cimento. No estado fresco dos concretos, avaliou-se a trabalhabilidade, por meio do ensaio de abatimento de tronco de cone pela NBR 7223(ABNT, 1992). No estado endurecido, verificaram-se as propriedades da resistência à compressão axial dos concretos, aos 7, 21 e 28 dias, pela NBR 5739 (ABNT, 1994), e o módulo de deformação na idade de 28 dias, pela NBR 8522(ABNT, 1984). Para a dosagem dos concretos, utilizou-se o método descrito por Alves (1987), os traços dos concretos variaram em função da relação água/aglom.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 01 apresenta a composição física e química do resíduo (RBMG).

TABELA 1- Análise química e física do RBMG das Empresas.

RBMG das Empresas	Determinação da composição química (%)							Propriedades Físicas	
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	SO ₃	Diâmetro médio	(%) retida Peneira 200
A	58,67	11,26	7,59	6,13	2,96	2,74	0,04	7,89µm	0,10
B	54,62	9,7	5,86	12,99	3,22	2,15	0,02	14,70µm	0,77
C	54,1	10,28	7,26	11,27	1,72	2,84	0,02	18,14µm	0,92

Os resultados da análise química (Tabela 01), mostraram, que os resíduos das três empresas, são constituídos predominantemente por sílica (SiO_2) e alumina (Al_2O_3), não havendo grandes variações em suas propriedades químicas, e os valores estão próximos aos encontrados nos estudos de outros autores.

De acordo com a análise física do RBMG (Tabela 01), nota-se, que os grãos do RBMG da Empresa A, apresenta finura semelhante a do cimento, o que pode contribuir para um melhoramento da matriz cimentícia, ocorrendo um maior preenchimento dos vazios deixados pelos produtos de hidratação do cimento Portland (efeito micro fíler).

Com relação à caracterização mineralógica, pode-se afirmar que o RBMG se apresenta na forma cristalina, estando os seus compostos estáveis quimicamente, com a presença predominantemente de minerais como quartzo e moscovita.

Os ensaios de atividade pozolânica, mostraram que o RBMG não apresenta atividade pozolânica com a cal, nem com o cimento. Portanto, o resíduo pode ser considerado um fíler, sendo capaz de alojar-se dentro da matriz cimentícia, promovendo o enchimento dos poros localizados no interior do concreto.

Com relação à trabalhabilidade, os resultados do abatimento do tronco de cone dos concretos, mostraram que não houve grandes variações, com os valores variando na faixa de 70 ± 10 mm, a qual, havia sido fixada durante a dosagem.

A Figura 01 apresenta os resultados da resistência à compressão axial para a relação água/aglom igual a 0,50.

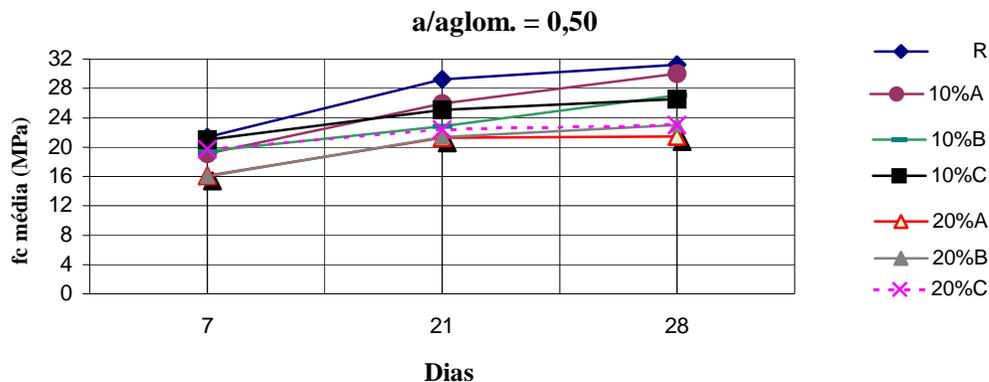


Figura 01 – resultados da resistência á compressão para a relação água/aglom igual a 0,50.

Na idade de 28 dias, os resultados da Figura 01, mostram que houve uma redução média de 10,78% das resistências dos concretos produzidos com o teor de substituição de 10% do RBMG, em comparação ao concreto sem substituição do RBMG (referência).

Com 20% de substituição do RBMG, houve uma redução média, de 27,97% das resistências dos concretos produzidos com resíduos, em comparação ao concreto de referência.

A Figura 02 apresenta os resultados da resistência à compressão axial dos concretos para a relação água/aglom igual a 0,65.

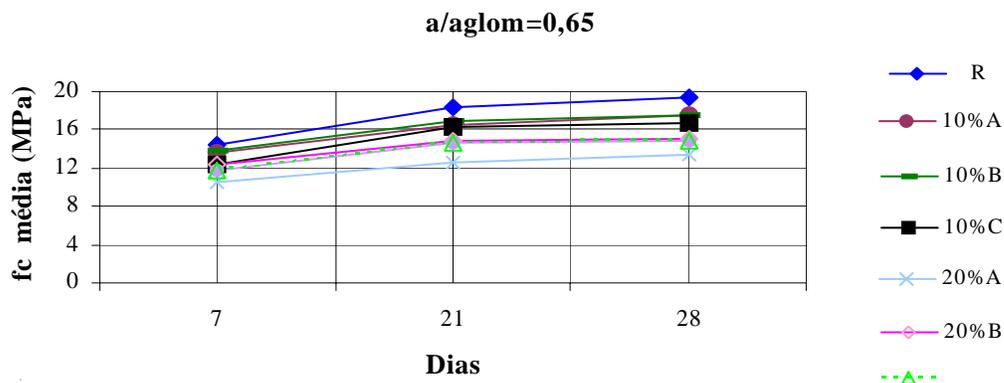


Figura 02-Resultados da resistência compressão para a relação a/aglom igual a 0,65.

Com o teor de substituição de 10% do RBMG (Figura 02), os concretos com resíduos, apresentaram uma redução média da resistência de 10,71%, em relação à resistência do concreto de referência. Para o teor de substituição do RBMG de 20%, houve uma redução média entre as resistências dos concretos das empresas de 25,24%, em relação ao concreto sem substituição. Conclui-se pelos resultados, que ao aumentar o teor de substituição do RBMG para 20%, as resistências destes concretos, reduziram em média, em torno de 59%, em comparação com as resistências dos concretos com o teor de 10% de substituição do RBMG. Isto mostra, que para grandes quantidades de substituição do RBMG, o efeito fíler não contribui para o preenchimento dos poros no interior do concreto.

Os resultados do módulo de deformação para o teor de substituição de 10% do RBMG, mostraram que não houve perda significativa nos valores. Para a relação água/aglom igual a 0,50, os valores dos módulos de deformação dos concretos com 10% de substituição do resíduo, ficaram mais próximos ao do concreto de referência em comparação com a relação água/aglom igual a 0,65. Isto acontece, devido ao melhor efeito físico do RBMG, nos concretos com maior quantidade de cimento e menor porosidade.

4 CONCLUSÕES

Com relação aos ensaios de caracterização, o RBMG das três empresas possui diâmetro variável, e se apresenta na forma cristalina, não possui atividade pozolânica, estando estável quimicamente. O RBMG produzido pela empresa A, tem diâmetro semelhante ao do cimento, enquanto que os resíduos das demais empresas possuem diâmetros bem superiores. Isto mostra a variabilidade do resíduo de rochas ornamentais com relação a sua composição granulométrica.

De acordo com as propriedades mecânicas dos concretos, houve um comportamento diferente das empresas. À medida que se variou a relação a/aglom e o teor de substituição do RBMG, houve um comportamento diferente entre os concretos das empresas, tanto para o módulo de elasticidade quanto para a resistência à compressão. Isto se deve a variação da granulometria do RBMG das empresas. Para concretos com menor porosidade (relação a/aglom igual a 0,50) o resíduo da empresa A, apresentou melhor desempenho, para as propriedades mecânicas do concreto. Isto ocorre devido ao efeito fíler, uma vez que os

LOPES, J. L. M. P.; BACARJI, E.; PAZINI, E. J.; RÊGO, J. H. S.; PEREIRA, A. C. ESTUDO DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DE BENEFICIAMENTO DE MÁRMORE E GRANITO (RBMG), COMO FÍLER, PARA A PRODUÇÃO DE CONCRETOS. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG – COMPEEX, 3, 2006, Goiânia. **Anais eletrônicos do III SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFG** [CD-ROM], Goiânia, UFG, 2006, 5 p.

grãos do RBMG com maior finura podem alojar-se melhor dentro da matriz cimentícia, promovendo um melhor empacotamento da matriz cimentícia e uma maior dispersão do mesmo dentro do concreto (GONÇALVES et al., 2002). A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir, que o RBMG estudado, é um material não reativo, considerado um filer, podendo ser utilizado em pequenos teores de substituição parcial ao cimento.

5 . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 23 – Cimento Portland e outros materiais em pó. Rio de Janeiro, 1998.
2. _____. NBR 5753 – Cimento Portland – Método de determinação da Atividade Pozolânica em cimento Portland Pozolânico pelo método de Fratini. Rio de Janeiro, 1998.
3. _____. NBR 7223 - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1992.
4. _____. NBR 8522 – Determinação do módulo de deformação estática e diagrama – tensão-deformação. Rio de Janeiro, 1984.
5. _____. NBR 5739 - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994.
6. _____. NBR 5751 – Materiais Pozolânicos - Índice de atividade pozolânica com a cal. Rio de Janeiro, 1992.
7. _____. NBR 5752 – Materiais Pozolânicos - Índice de atividade pozolânica com cimento. Rio de Janeiro, 1992.
8. ALVES, J. D. Materiais de construção. 6. ed. Goiânia, Ed. da UFG. 1987, 363p.
9. CALMON, J.L; TRISTÃO, F. A.; LORDÊLLO, F.S.S.; SILVA, S.A. Reciclagem do resíduo de corte de granito para a produção de argamassas. In: I Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidade Sustentáveis, Canela RS, nov. -1997, p. 18-23.
10. GONÇALVES, J.P.; MOURA, W.A.; MOLIN, D.C. Avaliação da influência da utilização do resíduo de corte de granito(RCG), como adição, em propriedades mecânicas do concreto. In: Ambiente Construído, Porto Alegre, v.2, n.1, p.53-68, jan./mar. 2002.
11. GONÇALVES, J.P. Utilização do resíduo de corte granito, como adição, em concretos. 2000 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Núcleo Orientando para Inovação em Edificações, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
12. LEAL, G;ALMEIDA, R. Rochas brasileiras a gosto dos italianos. In: Exportar 1999.
13. MOURA, W.A.; GONÇALVES, J.P.; LEITE, R.S. Utilização do resíduo de corte de mármore e granito em argamassas de revestimento e confecção de lajotas para piso. São Paulo, *Sitientibus* – Feira de Santana, 2002, n.26, p. 49-61, jan. /jun. 2002.
14. NEVES,¹ Gelmires, PATRICIO, S. M. R., FERREIRA, H. C., SILVA, M. C., Utilização de resíduos da serragem de granitos para a confecção de tijolos cerâmicos. In: 43º Congresso Brasileiro de Cerâmica. **Anais**. Florianópolis/SC. Jun./1999.
15. SOUZA, J.N; RODRIGUES, J.K.G; NETO, P.N.S. Utilização do resíduo da serragem de rochas graníticas como material de enchimento em concretos asfálticos.1998.

AGRADECIMENTOS

À CENTRAIS ELÉTRICAS FURNAS S/A - Por terem viabilizado o desenvolvimento deste trabalho.
